



## Conceptualization and Indicators of Appropriate Irrigation Systems Technology in Rural Areas Using Grounded Theory

Masoud Niksirat<sup>1</sup> | Abbas Amini Fasakhoodi<sup>2</sup>

1. Department of Geography and Rural Planning, Faculty of Geographical Sciences and Planning, Isfahan University, Isfahan, Iran. E-mail: [masoud.niksirat1364@gmail.com](mailto:masoud.niksirat1364@gmail.com)
2. Corresponding Author, Department of Geography and Rural Planning, Faculty of Geographical Sciences and Planning, Isfahan University, Isfahan, Iran. E-mail: [a.amini@geo.ui.ac.ir](mailto:a.amini@geo.ui.ac.ir)

### Article Info

#### Article type:

Research Article

#### Article history:

Received 14 February 2024

Received in revised form

11 May 2024

Accepted 25 July 2024

Published online 23 November 2024

### ABSTRACT

Although technology development in villages can have undeniable benefits; In some cases, we see the reduction of the effectiveness and efficiency of technology, the waste of villagers' material resources and the villagers' pessimism towards technology used in irrigation systems. The incompatibility of technology with the time and place conditions of the villages has a prominent role in the occurrence of these damages. This research aims to explain the concept and identify indicators of appropriate technology to rural environments, with special emphasis on irrigation systems in rural areas of Taft city, using the qualitative approach of Grounded Theory technique. According to the results, the appropriateness of a technology with the village environment and its effectiveness for the agricultural sector requires the inclusion of all socio-cultural, technical-economic, physical-infrastructure and environmental aspects. The results show that technology in terms of socio-cultural aspect, should be needs-oriented while being compatible with the epistemic environment of the village and based on local knowledge. It is also in terms of technical-economic aspect necessary to be scalable, cheap, simple, controllable, durable and standard. In addition, the technology should be compatible with each plant in terms of physical infrastructure and the necessary infrastructure should be provided in the village. The results also show that the technology must be environmentally friendly, consistent with the principles of sustainability and bring the least shock and stress to the agricultural unit. In the paradigm model presented in this research, "Not considering the special conditions of villages", "Not considering the real needs of villagers" and "weakness of facilities and infrastructures" are mentioned as the causal conditions for the introduction of inappropriate technology in the villages. Also, cases such as "small ownership", "monopoly and incorrect relationships", "short life of planning in the rural system", and "weakness of the extension system in introducing appropriate technology" have played an interfering role in intensifying the current situation. This model points to the fact that if strategies such as "shaping the rural technological innovation system" are used, the cycle of generation, diffusion and utilization of appropriate technology in villages can be accelerated.

#### Keywords:

*Irrigation Systems*

*Taft County*

*Disruptive Technology*

*Appropriate Rural Technology*

*Grounded Theory Technique*

**Cite this article:** Niksirat, M., & Amini Fasakhoodi, A. (2024). Conceptualization and Indicators of Appropriate Irrigation Systems Technology in Rural Areas Using Grounded Theory. *Journal of Water and Irrigation Management*, 14 (3), 753-776. DOI: <https://doi.org/10.22059/jwim.2024.372651.1149>



© The Author(s).

DOI: <https://doi.org/10.22059/jwim.2024.372651.1149>

Publisher: University of Tehran Press.



## تبیین مفهوم و شاخص‌های فناوری سیستم‌های آبیاری مناسب در مناطق روستایی با استفاده از نظریه برپایه

مسعود نیک‌سیرت<sup>۱</sup> | عباس امینی فسخودی<sup>۲</sup>✉

۱. گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی، دانشکده علوم جغرافیایی و برنامه‌ریزی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران. رایانامه: [masoud.niksirat1364@gmail.com](mailto:masoud.niksirat1364@gmail.com)  
۲. نویسنده مسئول، گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی، دانشکده علوم جغرافیایی و برنامه‌ریزی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران. رایانامه: [a.amini@geo.ui.ac.ir](mailto:a.amini@geo.ui.ac.ir)

### چکیده

### اطلاعات مقاله

با وجود فواید غیرقابل انکار توسعه فناوری در سیستم‌های آبیاری روستاها، در مواردی شاهد کاهش اثربخشی و ناکارایی این سیستم‌ها، اتلاف منابع آب و خاک و بدین‌شدن روستاییان نسبت به فناوری مورد استفاده در سیستم‌های آبیاری هستیم. عدم تناسب فناوری با شرایط زمانی و مکانی روستاها نقش برجسته‌ای در این زمینه‌ها دارد. این پژوهش در جستجوی تبیین مفهومی و شناسایی شاخص‌های تناسب فناوری با محیط‌های روستایی، با تأکید ویژه بر سیستم‌های آبیاری در مناطق روستایی شهرستان تفت، با استفاده از رویکرد کیفی نظریه برپایه است. بنا بر نتایج، تناسب یک فناوری با محیط روستا و اثربخشی آن برای بخش کشاورزی با کم‌ترین شوک و تنش به واحدهای بهره‌برداری، مستلزم شمول همه ابعاد اجتماعی- فرهنگی، فنی- اقتصادی، کالبدی- زیرساختی و زیست‌محیطی است. مهم‌ترین شاخص‌های کارکردی چنین تناسبی، سازگاری با بوم معرفتی روستا، مبتنی‌بودن بر دانش بومی، نیازمحوری، مقیاس‌پذیری، ارزانی، سادگی، قابلیت کنترل، دوام، سازگاری با ویژگی‌های گیاهان و محصولات مختلف فراهم‌بودن زیرساخت‌های آن در روستا و هم‌چنین، سازگاری با طبیعت و اصول پایداری، در ابعاد مختلف بود. به‌علاوه، در الگوی پارادایمی ارائه شده، «عدم توجه به شرایط خاص روستاها»، «عدم توجه به نیازهای واقعی روستاییان» و «ضعف امکانات و زیرساخت‌ها»، به‌عنوان شرایط علی ورود فناوری نامناسب در روستاها شناسایی شدند که عوامل مداخله‌گرانه‌ای از قبیل «خرده‌مالکی» و «ضعف نظام ترویجی در معرفی فناوری مناسب»، باعث تشدید آن‌ها بوده‌اند. این الگو، «تدوین نظام نوآوری فناورانه روستایی» را راهبردی برای شکل‌گیری و سرعت‌بخشیدن به چرخه تولید، انتشار و استفاده از فناوری مناسب در روستاها معرفی می‌کند.

نوع مقاله: مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۱/۲۵

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۲/۲۲

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۵/۰۴

تاریخ انتشار: ۱۴۰۳/۰۹/۰۳

### کلیدواژه‌ها:

سیستم‌های آبیاری

شهرستان تفت

فناوری مخرب

فناوری مناسب روستایی

نظریه برپایه

**استناد:** نیک‌سیرت، مسعود و امینی فسخودی، عباس (۱۴۰۳). تبیین مفهوم و شاخص‌های فناوری سیستم‌های آبیاری مناسب در مناطق روستایی با استفاده از نظریه برپایه. نشریه مدیریت آب و آبیاری، ۱۴ (۳)، ۷۵۳-۷۷۶. DOI: <https://doi.org/10.22059/jwim.2024.372651.1149>



## ۱. مقدمه

در اقتصاد دانشی که جایگزین اقتصاد فیزیکی شده است مهم‌ترین عامل تولید نه نیروی کار و سرمایه، بلکه دانش، مهارت و فناوری است (Niroomand *et al.*, 2012). این اقتصاد هرچند پیشرفت‌های اخیر در فناوری‌های پیشرفته، مانند بلاک‌چین، هوش مصنوعی، رباتیک، سیستم‌های فیزیکی سایبری و مانند آن را به‌همراه داشته است و امکانات منحصربه‌فردی برای توسعه پایدار فراهم کرده است. با این‌حال این فناوری‌های پیشرفته اغلب باعث تشدید خطرات و ایجاد نابرابری‌هایی در توسعه اقتصادی-اجتماعی کشورهای در حال توسعه شده است (Patnaik and Tarei, 2022). بروز خطرهای ناشی از فناوری سبب شده است تا در ادبیات فناوری و نوآوری با مفاهیمی از قبیل فناوری غربی، فناوری مخرب<sup>۱</sup>، فناوری ناپایدار و مانند آن مواجه شویم. این مفاهیم برای بیان ویژگی‌های گونه‌ای از فناوری‌هاست که به‌کارگیری آن باعث اثرات ناخوشایند در ساختار محیطی، اقتصادی، فرهنگی (اعتقادات و باورها) جامعه میزبان می‌شود (Pishwai and Rezaei, 2012). در مقابل مفهوم فناوری مخرب که به‌کارگیری آن باعث اثرات ناخوشایند در جامعه میزبان می‌شود؛ نوع دیگری از فناوری با عنوان فناوری مناسب<sup>۲</sup> قرار گرفته است که سعی دارد ضمن کاهش اثرات منفی فناوری‌های مخرب و ناپایدار، سودآوری و منفعت اقتصادی، اجتماعی-فرهنگی و زیست‌محیطی را برای جوامع میزبان به‌همراه بیاورد (Bowonder, 1979). هدف از این مفهوم ارائه مبنا و روشی برای انتخاب فناوری است و ارتباط تنگاتنگی با مفهوم توسعه مردمی دارد (Patnaik and Dhal, 2015).

با علم به این‌که هر فناوری به‌منظور رفع مشکل خاصی پدید آمده است و با توجه به این‌که هر مشکل ابعاد خاص زمانی و مکانی دارد، می‌توان گفت که فناوری نیز دارای ابعاد خاص زمانی و مکانی می‌باشد. به‌عبارت دیگر، هر فناوری در زمان، مکان و شرایط خاصی پدیدار شده و ممکن است با از بین رفتن این شرایط عملکرد آن دستخوش تغییر شود. با توجه به این‌که روستاها با مشکلات متعددی مواجه هستند می‌توان انتظار داشت با استفاده از فناوری‌های متناسب با شرایط زمانی و مکانی آن روستا بخشی از مشکلات را برطرف نمود. به‌عنوان مثال، یکی از مشکلات روستاها پایین بودن میزان بهره‌وری در واحدهای تولید است که به مدد فناوری می‌توان با هزینه پایین میزان تولید در این واحدها را افزایش داد. همچنین به‌کمک فناوری می‌توان با سرعت و کیفیت بالا به فرآوری حجم وسیعی از تولیدات روستایی با تنوع بالا پرداخت. همچنین فناوری می‌تواند نقش مهمی در بهبود شاخص‌های مرتبط با ابعاد مختلف اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی، کالبدی-فضایی<sup>۳</sup>، زیست‌محیطی روستا داشته باشد. کیفیت ارتباطات و دسترسی به اطلاعات، سهولت و اثربخشی شیوه‌های تولید، ایجاد جذابیت و ترغیب جمعیت روستایی به ماندگاری در روستا و مانند آن از دیگر آثار مثبت فناوری در روستاها می‌تواند باشد. با وجود فواید غیرقابل‌انکار توسعه فناوری در روستاها در پاره‌ای موارد از هم‌گسیختگی و عدم توازن در روستاها در پی ورود فناوری مشاهده می‌شود. این موضوع از یک‌سو به‌دلیل آماده‌نبودن جامعه محلی برای پذیرش فناوری جدید و از سوی دیگر متناسب‌نبودن فناوری با محیط روستا می‌باشد. به‌عبارت دیگر، فناوری جدید با محیط طبیعی و محیط انسانی روستا تناسب نداشته و این عدم تناسب سبب شکست پروژه‌های انتقال فناوری به روستاها شده است. بنابراین باید به این نکته توجه نمود که به‌دلیل شرایط خاص محیط روستاها نمی‌توان هر نوع فناوری را برای ورود به آن تجویز نمود. زیرا همان‌طور که شرایط محلی متفاوت است، تعریف مناسب‌بودن فناوری نیز متفاوت است (Bauer and Brown, 2014). بر این اساس سؤال مهمی که پیش می‌آید این است که چه نوع فناوری برای ورود به روستاها مناسب است؟ به‌نظر می‌رسد که ورود هر پدیده جدید در روستا (در اینجا فناوری) باید متناسب با آمایش روستا (انسان، محیط، فعالیت و روابط متعامل این سه) باشد و به ایجاد شکلی خوب از روستا منتج شود. شکلی که برآیند تعامل، تناسب، توازن و تعادل بین فرم و عملکرد باشد و بتواند بستر لازم را جهت تکامل توسعه روستایی فراهم آورد. هدف پژوهش حاضر شناسایی شاخص‌های فناوری مناسب در سیستم‌های آبیاری روستاهای شهرستان تفت است.

## ۱.۱. مروری بر ادبیات موضوع

فناوری مناسب از یک نظریه اقتصادی در اوایل دهه ۱۹۷۰ به یک روش پژوهش چندرشته‌ای گسترده تبدیل شده است که در بسیاری از زمینه‌های توسعه پایدار گنجانده شده است (Glasscock, 2022). از بسیاری جهات مفهوم فناوری‌های مناسب در تلاش است تا اثرات نامطلوب فناوری مدرن را از بین ببرد تا بتواند پیوند ارگانیک خود بین انسان و طبیعت را حفظ کند و با ساختن واحدهای تا حد امکان کوچک، رشد پایدار را حفظ کند. هم‌چنین مفهوم فناوری مناسب به عملکرد صنایع کوچک مقیاس نزدیک است. این مفهوم نخستین بار توسط اقتصاددان بریتانیایی به نام شوماخر<sup>۴</sup> ارائه شد و پایه‌های مهمی را که توسط گاندی و دیگران بنیان گذاشته شده بود ترسیم کرد. در اینجا یک فناوری مناسب به‌عنوان یک فناوری درخور برای سازگاری با متن روانی- اجتماعی و بیوفیزیکی غالب در یک مکان و دوره خاص تعریف شده است. در جدول (۱) برخی از تعاریف فناوری مناسب ارائه شده است (Prasetyo, 2016).

Table 1. Definition of appropriate technology

Researcher	Definition
Thormann (1979)	[a] In terms of available resources, AT are intensive in the use of the abundant factors, labor, economical in the use of scarce factors, capital and highly trained personnel, and intensive in the use of domestically produced inputs. [b] In terms of small production units, AT are small-scale but efficient, replicable in numerous units, readily operated, maintained and repaired, low-cost and accessible to low-income persons. [c] In terms of the people who use or benefit from them, AT seek to be compatible with local cultural and social environments
Harrison (1980)	AT means simply any technology that makes the most economical use of a country's natural resources and its relative proportions of capital, labor and skills, and that furthers national and social goals. Fostering AT means consciously encouraging the right choice of technology, not simply letting businessmen make the decision for you
Betz <i>et al.</i> (1984)	AT equated with providing technical solutions that are appropriate to the economic structure of those influenced: to their ability to finance the activity, to their ability to operate and maintain the facility, to the environmental conditions involved, and to the management capabilities of the population.
Willoughby (1990)	Artefacts which have been tailored to function as relatively efficient means and to fit the psychosocial and biophysical context prevailing in a particular location and period (i.e., technology which is compatible with its context).
Todaro (1997)	Technology that is appropriate for existing factor endowments. For example, a technology employing a higher proportion of labor relative to other factors in a labor-abundant economy is usually more appropriate than one that uses smaller labor proportions relative to other factors
Robert C. Wicklein (2001)	Appropriate Technology seeks to aid and support the human ability to understand, operate, and sustain technological systems to the benefit of humans while having the least negative societal and environmental impact on communities and the planet.

Source: Prasetyo, 2016

در مجموع فناوری مناسب عبارت است از فناوری که با بستر اجتماعی محلی خود منطبق گردیده، با آن متناسب بوده و جریان‌های فناوری را به چالش می‌کشد. تأکید این رویکرد بر محلی و غیرمتمرکز بودن است تا به سلسله مراتبی و متمرکز بودن. لذا فرایند تغییر فناوری در این رویکرد بیش‌تر مشارکتی و دمکراتیک است تا فرایندی که از بالا و توسط کارشناسان نخبه بر جامعه تحمیل گردد (Balali *et al.*, 2011).

پیش از آنکه Chambers (1978) عواملی مانند بهره‌وری، عدالت، شدت تأمین معیشت و پایداری محیط زیست را به‌عنوان اصلی‌ترین معیارهای برنامه‌ریزی فناوری‌های مناسب برای توسعه روستایی در نظر بگیرد، الزامات یک فناوری مناسب توسط Stewart (1977) به تفصیل مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. تحلیل او به این سؤال می‌پردازد که "آیا فناوری مناسب امکان‌پذیر است؟" در مطالعات استورات نامناسب بودن به دلایل سیاسی نسبت داده می‌شود، اما تغییرات پارادایم و سایر محدودیت‌ها در مطالعه وی مورد توجه قرار نگرفته است (Bowonder, 1979). Schumacher (1973) فلسفه فناوری مناسب را در کتاب خود با عنوان کوچک زیباست<sup>۵</sup> ثبت کرد و در آنجا آموزه اصلی فناوری مناسب را به‌عنوان الف- ساده، ب- کوچک مقیاس، ج- کم هزینه و د- بدون آسیب توصیف کرد. از نظر شوماخر مهم‌ترین

ویژگی‌های فناوری مناسب عبارتند از ۱- پیشرفت‌های چشم‌گیر در بهره‌وری نسبت به فناوری‌های بومی موجود، ۲- اولویت برای کثرت کار به‌جای کثرت سرمایه در انتخاب فناوری و ۳- سادگی فناوری و سهولت در پذیرش جامعه محلی (Prasetyo, 2016).

در پژوهشی توسط Patnaik and Tarei (2022) به بررسی فناوری مناسب و رابطه آن با توسعه پایدار پرداخته شده است. در این پژوهش مناسب‌بودن فناوری در پنج عامل شامل فناوری، اقتصادی- اجتماعی، سازمانی، بازار و محیطی خلاصه شده است. Bauer and Brown (2014) با استفاده از تحلیل تصمیم‌گیری چندمعیاره ارزیابی کمی از فناوری مناسب داشتند و در یک فرایند سیستماتیک ۴۹ شاخص مستقل و نوظهور را برای فناوری مناسب معرفی کردند. رایج‌ترین شاخص‌های معرفی شده در این پژوهش عبارتند بودند از احترام به جامعه مبدأ، مقرون‌به‌صرفه‌بودن، حفظ استقلال، قابلیت انتقال، قابلیت کنترل توسط جامعه، مقیاس‌پذیری، در دسترس بودن مواد خام در محل و سازگاری Pin et al. (2021) در پژوهشی به ارزیابی و مقایسه مناسب‌بودن و کارایی فناوری‌های سطح بالا و سطح پایین در تولید بیومس در مناطق روستایی اندونزی براساس سه شاخص فناوری- اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی می‌پردازند. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد هر دو نوع فناوری‌های سطح بالا و سطح پایین از نظر فنی قادر به حل مشکل هستند. با این حال، طراحی با فناوری پایین برای جوامع محلی عملی‌تر است و درحالی‌که به‌طور همزمان پیشرفت‌های اجتماعی و اقتصادی را تقویت می‌کند به مشکل زیست‌محیطی نیز بیش‌تر توجه دارد.

Teitel (1978) از نظر اقتصادی معیارهای نامناسب‌بودن را ارائه داده و فقدان سازگاری فناوری را علت نامناسب‌بودن آن شناخته است. Schumacher (1977) تعدادی از معیارها را برای شناسایی فناوری‌های مناسب پیشنهاد کرده است، اما از رویکرد رسمی کم‌تری برخوردار است. Clarke (1973) در مطالعه خود معیارهای پیشنهادی متنوعی از قبیل اجتناب از بیگانگی، حفظ منابع، حفاظت از انرژی، استقلال سرمایه، مسئولیت سوءاستفاده و سازگاری فرهنگی ارائه داده است. Reddy (1977) یک رویکرد شش سطحی از جمله ارضای نیازهای اساسی، توسعه منابع، توسعه اجتماعی و توسعه فرهنگی، انسانی و زیست‌محیطی را پیشنهاد کرده است.

مختصات فناوری مناسب برای هر منطقه پیرامونی توسط نظام ارزشی آن جامعه خاص تعیین می‌شود. این فناوری روستایی می‌تواند یک مختصات عمومی داشته باشد و کوچک، نامتمرکز، صرفه‌جو، مبتنی بر منبع محلی و تجدیدپذیر باشد. این یک فناوری مناسب است زیرا آثار مخرب ندارد، کار با معنا ایجاد می‌کند، هدف آن برآوردن احتیاجات اولیه مردم است، باعث خودکفایی جامعه می‌شود و به لحاظ محیطی یک محیط قابل تحمل با کیفیت بالای زندگی ایجاد می‌کند (Golmohammadi, 2010).

برخلاف تصور رایج، فناوری مناسب نیازی به ابتکاری بودن ندارد. اما این فناوری ممکن است در بعضی موارد خاص پیشرفته‌تر یا کارآتر از فناوری باشد که در حال حاضر از آن استفاده می‌شود (Prasetyo, 2016). به‌عنوان مثال، از تجارب هند و بنگلادش، می‌توان نتیجه گرفت که فناوری‌های مناسب لزوماً خام یا درجه دوم نیستند، بلکه ابتکار بیش‌تری نسبت به فناوری‌های پیشرفته دارند. این امر به‌طور عمده به این دلیل است که توسعه نیافتگی محدودیت‌های اضافی را در سطح فناوری‌ها ایجاد می‌کند (Bowonder, 1979).

فناوری مناسب باید در بافت اجتماعی و بوم‌شناختی محلی قرار گیرد تا مورد پذیرش قرار گیرد (Gatzweiler and Braun, 2016). بر این اساس فناوری مناسب نه تنها باید پاسخی در ارتباط با خواست‌ها و نیازهای محسوس روستاییان باشد، بلکه در عین حال باید حاصل تفحصات و تبعات و یا تطبیقات علمی و تحقیقی پژوهندگان و متخصصان داخلی همان کشور باشد. بنابراین، لازم است تا ۱- مبتنی بر گسترش مرزهای دانش و توسعه بینش پژوهشی در آن جامعه

باشد، ۲- سازگار با فرهنگ در حال تحول جامعه بهره‌برداران باشد، ۳- انطباق‌پذیر با شرایط طبیعی- اقلیمی محیط بهره‌برداران باشد، ۴- متناسب با شرایط اقتصادی عامه روستاییان باشد، ۵- هماهنگ با امکانات و توان‌های فنی و استعداد فراگیری بهره‌برداران و سرانجام به‌عنوان ابزاری مشروع و مطلوب، ۶- در خدمت تعالی فرهنگ جامعه متحول بهره‌برداران از آن فناوری‌ها باشد (Golmohammadi, 2010).

یک فناوری زمانی مناسب تلقی می‌شود که نیازهای جامعه‌ای که در آن به‌کار گرفته می‌شود را در نظر بگیرد (Glasscock, 2022). در این زمینه بسیاری معتقدند منشأ شکل‌گیری هر فناوری نیاز انسان است و برای رفع هر نیازی، فناوری خاصی موردنیاز است که ممکن است سنتی و قدیمی تا پیچیده باشد. این که کدام فناوری برای کشور مناسب است به مواردی از قبیل درصد باسوادان جامعه، درصد بودجه پژوهشی، سطح آموزش‌عالی و درصد پژوهش‌گران بستگی دارد. در این میان بودجه پژوهشی کشور، عامل بسیار مهمی در تعیین سطح فناوری و فناوری مناسب است (Saadi, 1998).

نکته قابل‌تأمل در مورد فناوری مناسب آن است که هر فناوری در زمان و مکان معینی مناسب است (Saadi, 1998). در این زمینه پژوهش‌گرانی که معتقد به رویکرد فناوری مناسب هستند، به این نتیجه رسیدند که فناوری مناسب همراه با شرایط ویژه در محلی که نیاز به یک فناوری دارد و با نیازها و خواسته‌های مردم محلی متناسب است ظهور می‌کند (Sianipar *et al.*, 2013). در واقع در گذر زمان با تغییر در ساختارها و زیرساخت‌ها و همچنین تغییر در اهداف جامعه نیاز به فناوری نیز دچار دگرگونی می‌شود. بنابراین، مناسب‌سازی فناوری مستلزم استفاده از ابزارهای قدرتمند پیش‌بینی فناوری برای شناسایی نیازهای واقعی، ارزیابی سطح نیازها و انجام اصلاحات خاص است. اولین قدم برای ایجاد ذهنیت منطقی، شناسایی معیارهای انتخاب فناوری مناسب است. Bowonder (1979) مجموعه‌ای از معیارهای ممکن را ارائه می‌دهد که می‌تواند در شناسایی و انتخاب فناوری‌های مناسب به‌عنوان مسیر ارجح استفاده شود. این معیارها در جدول (۲) آورده شده است.

Table 2. Criteria for choosing the appropriate technology

Row	Criteria	Statement
1	The amount of energy	It should use a small amount of energy
2	Employment rate	Ability to absorb higher unit of work without inefficiency
3	Capacity of raw materials	Easy access to raw materials/easy access to local materials
4	Efficiency	High productivity
5	Environmental sustainability	It is ecologically self-sufficient and balanced
6	Amount of cost	It is low cost
7	Import substitution	Use of local resources
8	Understanding the village environment	Suitable for accepting villagers with low skill levels
9	Reducing the income gap	The ability to reduce the difference in income
10	Durability and sustainability	It requires less maintenance
11	learning	It is easy for people to learn
12	recycling	It has the ability to use waste
13	possibility	Ability to adapt to small scale production
14	Partial effect	Able to involve more than one sector (such as agriculture, health, transport, family planning, food, education and export promotion)
15	Movement	It can be scattered in different places
16	Increase livelihood	It must be able to support components
17	Population stability	population stabilization
18	Cultural and social sustainability	It should not affect social and cultural conditions
19	Reduced diversity	Assimilation
20	Leadership requirement	Able to encourage collaborative and non-authoritarian skills
21	Risk tolerance	It creates the least risk for its user
22	The degree of complexity	Simplicity in creation, operation, maintenance and proper organization with a lack of skills
23	Size	It is small enough to appeal to people with low capital
24	Scope of coverage	It is not only reserved for the elite and can be used by everyone
25	Amount of capital	It requires little capital to use abundant labor

Source: Bowonder (1979); Trak and Mackenzie (1980)

Glasscock (2022) در یک تحلیل کتاب‌شناختی از پژوهش‌های انجام‌شده در زمینه فناوری مناسب در طول ۵۰ سال گذشته نشان می‌دهد که پژوهش‌ها و استنادهای مرتبط با این مفهوم در طول این سال‌ها به شدت افزایش یافته است. نتایج این تحلیل بیانگر آن است که حوزه‌های توسعه اقتصادی، محیط زیست، بهداشت و کشاورزی محبوب‌ترین موضوعات فناوری مناسب در طول ۵۰ سال گذشته بوده‌اند. Shah Nawaz and Ajay (2022) در پژوهشی به بررسی کاربردها، مزایا و موانع استفاده از فناوری‌های مختلف و تأثیر فناوری‌های مناسب بر بهره‌وری کشاورزی در گجرات کشور هند می‌پردازند. بیش‌تر کشاورزان از قابلیت اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی فناوری‌های مناسب آگاه هستند. نتایج حاکی از آن است که بهره‌وری کشاورزی تحت تأثیر عوامل بسیاری از جمله هزینه فناوری، توسعه فناوری، مساحت زمین‌های زراعی، شدت کشت، میزان آب، میزان استفاده از کود و نیروی کار کشاورزی، درآمد سالانه کشاورزان، میزان استفاده از فناوری‌های مناسب در کشت و حمایت مالی از کشاورزان است. Rahman *et al.* (2023) در پژوهشی به ارائه دستورالعمل جامع طراحی فناوری مناسب برای ماشین‌های فرآوری کشاورزی در کشور اندونزی می‌پردازند. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که به‌منظور اثربخشی ماشین‌های فرآوری کشاورزی لازم است در کنار جنبه‌های فنی جنبه‌های انسانی به‌ویژه ایمنی مورد توجه قرار گیرد. نتایج پژوهش Permadi and Novita (2023) نشان‌دهنده اثربخشی فناوری مناسب در بهبود کارایی خوراک، کارایی نیروی کار و افزایش تولیدات کشاورزی و دامی در کشور اندونزی است. آن‌ها نشان می‌دهند استفاده از فناوری مناسب در فرآوری خوراک و مدیریت دامداری منجر به بهبود قابل‌توجهی در بهره‌وری می‌شود و به توسعه پایدار بخش کشاورزی در اندونزی کمک می‌کند.

در خصوص مباحث مربوط به توسعه روستایی، فناوری مناسب دارای دو ویژگی معین است که در ادامه به آن اشاره شده است. این ویژگی‌ها برای تسهیل‌گران توسعه روستایی متمایز و بسیار مهم هستند تا هویت آن را درک کنند و نسبت به ترویج آن اقدام کنند (Ananth and Karthikeyan, 2014):

- ۱- ایده، اجرا و نگهداری: کم‌ترین هزینه و کم‌ترین مراقبت
- مراقبت همیشگی در صورتی که به‌وسیله نیروهای محلی، ابزار و مواد موجود انجام شود، می‌تواند مناسب باشد.
- معمولاً "مناسب" است تا تنها از فناوری‌هایی که بتواند کم‌ترین نوسازی را به‌همراه داشته باشد استفاده کند.
- لزوماً فناوری با کم‌ترین تناسب حتی اگر از دستاوردهای آخرین پژوهش‌ها نیز بهره‌مند باشد؛ نمی‌تواند مفید باشد.
- ۲- پایداری: ویژگی‌هایی از قبیل هزینه پایین، استفاده کم از سوخت‌های فسیلی و استفاده از منابع محلی در دسترس می‌تواند به‌عنوان برخی از ویژگی‌های پایداری در نظر گرفته شود. به همین دلیل، این فناوری‌ها بعضی مواقع به‌وسیله طرفداران پایداری و فناوری‌های جایگزین استفاده شده و مورد تشویق قرار می‌گیرند.

در این زمینه باید اشاره کرد که جنبش فناوری مناسب در آغاز برای مقابله با چالش‌های جهانی و دستیابی به توسعه پایدار پایه‌ریزی شد (Glasscock, 2022). بر این اساس یکی از مفاهیم نزدیک به فناوری مناسب در سیستم‌های آبیاری مفهوم آبیاری پایدار<sup>۶</sup> است که در پژوهش‌های متعددی نیز موردتوجه قرار گرفته است (Wichelns and Oster, 2006; Khan *et al.*, 2006; Bjornlund, 2010; Velasco-Muñoz *et al.*, 2019; Nikolaou *et al.*, 2020; Heiba *et al.*, 2023). این مفهوم بیانگر شیوه‌ای از آبیاری است که اثرات نامطلوب بر زمین‌های کشاورزی، منابع آبی و سایر امکانات واحدهای بهره‌برداری کشاورزی را کاهش داده و امکان استفاده از آب برای تولید محصولات کشاورزی را برای نسل‌های آینده تضمین می‌کند. Bjornlund (2010) در فصل دوم کتاب مشوق‌ها و ابزارهای آبیاری پایدار به مرور تاریخی روش‌های آبیاری پایدار در کشورهای مختلف می‌پردازد. نویسنده با مرور تجربیات این کشورها نتیجه‌گیری می‌کند که باید به ساختارهای فیزیکی و اجتماعی موجود در هر منطقه احترام گذاشت و تا زمانی که از سازگاری فناوری جدید با روش‌ها و سیستم‌های آبیاری قبلی اطمینان حاصل نشده است نباید

فناوری جدیدی جایگزین شود. بیورلاند با اعتقاد به این که موفق‌ترین سیستم‌های آبیاری بر دانش و سازمان محلی تکیه دارند نتیجه‌گیری می‌کند که تمرکززدایی بهتر از تمرکزگرایی است؛ تنوع بهتر از یکنواختی است و خوداتکایی نتایج عالی به همراه دارد. وی اضافه می‌کند اگر فناوری‌ها یا دانش‌های برون‌زا به کار می‌روند، باید در ارتباط با شرایط، دانش و فرهنگ‌های محلی باشد و با آن سازگار شود. Patel and Sachan (2022) با بررسی یک نوع فناوری آبیاری قطره‌ای کم هزینه، این فناوری را یک فناوری مناسب برای زنان روستایی عنوان کرده‌اند. نتایج پژوهش آن‌ها نشان می‌دهد که این فناوری هم در افزایش میزان تولید و هم در توانمندسازی زنان روستایی تأثیر داشته است.

بررسی ادبیات این پژوهش بیانگر آن است که مفهوم فناوری مناسب و استفاده از آن در کشاورزی چالش جدی برای بسیاری از پژوهش‌گران بوده است. این مطالعات معمولاً یک فناوری خاص را مورد توجه قرار داده و با استفاده از مؤلفه‌هایی از قبیل میزان اثربخشی، سازگاری با محیط، سرمایه موردنیاز، پیچیدگی و مانند آن به ارزیابی میزان مناسب بودن آن فناوری خاص پرداخته‌اند. به‌عنوان مثال، استفاده از فناوری انرژی‌های خورشیدی یا ابزار دقیق در کشاورزی در بسیاری از پژوهش‌های پیشین موردتوجه قرار گرفته است. در این میان کم‌تر پژوهشی دیده می‌شود که به بررسی شاخص‌های یک فناوری مناسب در سیستم‌های آبیاری واحدهای بهره‌برداری کشاورزی در روستاهای ایران پرداخته باشد. به‌عبارت دیگر، بررسی این موضوع که فناوری ابزار دقیق برای استفاده در سیستم‌های آبیاری چه ویژگی‌هایی باید داشته باشد، هنوز موردبررسی قرار نگرفته است. همچنین نوآورانه بودن پژوهش حاضر را می‌توان در روش شناسایی شاخص‌های فناوری مناسب دانست. در واقع محقق ضمن انجام مطالعه کیفی و مصاحبه با کارشناسان از حوزه‌های مختلف فناوری و کشاورزی که تجربه زیسته در موضوع مورد مطالعه داشته‌اند، اقدام به شناسایی این شاخص‌ها نموده است. جنبه دیگر نوآورانه بودن پژوهش حاضر مربوط به حوزه جغرافیایی مورد مطالعه (روستاهای شهرستان تفت) است که تا پیش از این مورد مطالعه قرار نگرفته است. با توجه به این که شاخص‌های مناسب بودن فناوری می‌تواند نسبی باشد و از یک منطقه جغرافیایی به منطقه‌ای دیگر متفاوت باشد، لذا این جنبه نوآورانه مطالعه حاضر نیز قابل توجه است. به‌عبارت دیگر، ممکن است یک فناوری برای استفاده در سیستم آبیاری روستاهای مناطق مرطوب شمالی کشور مناسب باشد ولی همان فناوری برای استفاده در روستاهای مناطق خشک مناسب نباشد. مضاف بر این موارد نوآورانه بودن پژوهش حاضر را می‌توان در یافته‌های پژوهش نیز جستجو نمود. برخی از شاخص‌های شناسایی شده در این پژوهش مانند تناسب فناوری با بنیه مالی کشاورزان و تناسب فناوری با زیرساخت‌های روستا از جمله شاخص‌های شناسایی شده بود که در مطالعات پیشین کم‌تر به آن توجه شده است. بنابراین، در پژوهش حاضر سعی شده است با تأکید بر فناوری‌های مورد استفاده در سیستم‌های آبیاری روستاهای شهرستان تفت شاخص‌هایی برای مناسب بودن این فناوری‌ها شناسایی شود. ضرورت انجام این پژوهش به دلیل مواجهه بودن روستاهای مورد مطالعه با خشکسالی‌های پی‌درپی و کمبود جدی آب در این مناطق دوچندان می‌شود.

## ۲. مواد و روش‌ها

این پژوهش به لحاظ هدف از نوع پژوهش‌های بنیادی و براساس ماهیت داده‌ها از نوع پژوهش‌های کیفی و از نظر نحوه گردآوری داده‌ها از نوع پژوهش‌های توصیفی پیمایشی می‌باشد که با استفاده از تکنیک نظریه بر پایه<sup>۷</sup> در چهار مرحله کلی انجام شده است. در ادامه هر کدام از این مراحل تشریح شده است.

– مرحله مرور ادبیات و شناسایی شاخص‌های فناوری مناسب مورد اشاره در مطالعات پیشین

مرحله نخست به انجام مطالعات اسنادی و کتابخانه‌ای اختصاص داشت. پژوهش‌گر در این مرحله در پی تبیین مفهوم فناوری مناسب از یک سو و شناسایی شاخص‌های فناوری مناسب مورد اشاره در مطالعات پیشین از سوی دیگر است.



برای این منظور ادبیات مربوط به مطالعات انجام‌شده بین سال‌های ۲۰۲۳-۲۰۰۰ میلادی نمایه‌شده در وب سایت لنز<sup>۸</sup> و ساینس دایرکت<sup>۹</sup> در زمینه فناوری مناسب روستایی بررسی گردید و شاخص‌های آن شناسایی شد. از میان حدود ۳۶۲۰۰ مقاله یافت‌شده در خصوص فناوری مناسب، تعداد ۳۶۵۰ مقاله مرتبط با فناوری مناسب روستایی بودند که از بین این مقالات ۶۳ مقاله که به نوعی شاخص‌های فناوری مناسب روستایی را مورد بررسی قرار داده بودند واجد صلاحیت ورود به مطالعه تشخیص داده شد<sup>۱۰</sup>. خروجی این مرحله شناسایی ۳۴ شاخص فناوری مناسب است که به‌طور عمده در این پژوهش‌ها به آن‌ها اشاره شده است.

## ۱.۲. مرحله پیمایش و گردآوری اطلاعات از طریق مصاحبه با کارشناسان

در مرحله دوم شاخص‌های شناسایی‌شده در اختیار ۱۸ نفر از کارشناسان قرار گرفت. تمام این افراد به نوعی با فناوری، آبیاری، کشاورزی و توسعه روستایی آشنا بوده‌اند و تجربه زیسته‌ای در هر یک از این زمینه‌ها داشته‌اند. انتخاب این افراد براساس ماهیت موضوع و موقعیتی است که در آن پژوهش انجام شده است. این افراد به‌صورت هدفمند (نمونه‌گیری جهت‌دار) و به روش گلوله برفی شناسایی شده‌اند. متوسط سابقه فعالیت این افراد در حوزه‌های کاری‌شان تقریباً ۱۵ سال بوده است. به‌منظور حفظ رازداری و به درخواست برخی مصاحبه‌شوندگان اسامی این افراد در جدول (۳) حذف شده است.

Table 3. Expertise profile of interviewees and frequency of codes extracted from them

Interview number	ID of the interviewee*	Position (occupational field)	Education	Interview duration (minutes)	Activity history (years)	Extracted codes	
						New	Repetitious
1	IN-W-01	Water resources management	PhD in social sciences	75	8	21	0
2	IN-T-01	Technology and innovation management	PhD in Aerospace	18	17	5	7
3	IN-T-02	Technology and innovation management	Master of Agriculture	22	5	2	9
4	IN-T-03	Technology and innovation management	Master of Public Administration	15	8	2	9
5	IN-T-04	Technology and innovation management	Master of Economics	64	17	5	9
6	IN-T-05	Technology and innovation management	Master of English Language	44	18	3	10
7	IN-I-01	A technology company active in agriculture	Master of Electronics	22	9	2	11
8	IN-I-02	A technology company active in agriculture	PhD in physics	18	24	3	11
9	IN-I-03	A technology company active in agriculture	Master of Mechanics	25	13	2	9
10	IN-A-01	Technology and innovation management	PhD in agriculture	100	25	3	13
11	IN-I-04	A technology company active in agriculture	Master of Industrial Engineering	19	9	2	11
12	IN-R-01	Rural development expert	PhD in rural planning	56	16	2	17
13	IN-I-05	A technology company active in agriculture	PhD in Industrial Engineering	34	23	2	13
14	IN-F-01	Leading farmer	PhD in agriculture	100	15	2	16
15	IN-A-02	Agricultural management	Master of Soil Science	39	18	1	15
16	IN-A-03	Agricultural management	Master of Civil Engineering	28	20	1	15
17	IN-A-04	Agricultural management	PhD in watershed management	117	13	1	19
18	IN-A-05	Agricultural management	PhD in irrigation and drainage	42	18	0	22

Source: Author, 2023

\* IN: stands for interview. The next letter is related to the group on which the interview was conducted (W: experts in water resources management, T: experts in the field of technology and innovation, I: owners of technological companies active in the field of irrigation and agriculture, A: managers and experts in the field of agriculture and irrigation, R: experts in the field of rural development, F: leading farmers in the use of technology in irrigation systems). The next two digits are the number assigned to the interviewee. Also, during the coding of the texts, two more digits are assigned to the end of this identifier, which indicates the number of the paragraph to which the code is assigned.

این کارشناسان در قالب مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته و عمیق در خصوص شاخص‌های استخراج‌شده از مرحله قبل اظهار نظر نموده و نظرات آن‌ها به روش نظریه برپایه مورد ارزیابی قرار گرفت. مصاحبه‌شوندگان در ابتدای مصاحبه شاخص‌های شناسایی شده توسط محقق در مرحله قبل را به دقت مطالعه کرده و نظرات خود را در خصوص حذف، اصلاح و یا اضافه کردن مؤلفه مورد نظر خود ارائه کردند. دو سؤال اصلی محقق این بود:

- به نظر شما کدامیک از این شاخص‌ها، می‌تواند شاخص خوبی برای ارزیابی مناسب بودن فناوری در سیستم‌های آبیاری روستاها باشد؟

- فناوری مناسب در سیستم‌های آبیاری روستاها چه شاخص‌های دیگری باید داشته باشد؟

فرایند مصاحبه تا زمان رسیدن به اشباع نظری ادامه یافت. اشباع نظری زمانی صورت می‌گرفت که مصاحبه‌شونده نتواند شاخص جدیدی اضافه کند و یا شاخص‌هایی که معرفی می‌کند، تکراری باشند و یا با سایر شاخص‌ها همپوشانی داشته باشند. مدت زمان مصاحبه‌ها ۸۴۰ دقیقه و بین ۱۸ تا ۱۲۵ دقیقه متغیر بود.

یکی از محدودیت‌های اصلی پژوهش انجام مصاحبه با افرادی بود که توسط مصاحبه‌شوندگان به‌عنوان افراد آگاه به موضوع فناوری و متخصص در زمینه آبیاری به محقق معرفی می‌شدند. با این وجود محقق برای کم کردن اثر این نقیصه ضمن مراجعه به افرادی که با موضوع آشنایی کامل داشتند، فرایند مصاحبه‌ها را تا دستیابی به اشباع نظری ادامه داده است.

## ۲.۲. مرحله آماده‌سازی و ورود داده‌ها به نرم‌افزار MAXQDA

در مرحله سوم با استفاده از ابزار Voice Typing در Google Doc تمام فایل صوتی مصاحبه‌ها تبدیل به متن شد. با توجه به این‌که این ابزار از هوش مصنوعی برای تبدیل صوت به متن استفاده می‌کند و برای زبان فارسی همراه با اشتباهاتی است؛ متون نوشتاری با فایل‌های صوتی مقایسه شد و اشتباهات تایپی برطرف گردید. به‌منظور حفظ اصالت متن مصاحبه‌ها و به‌دلیل این‌که هر واژه استفاده شده ممکن است بار معنایی خاصی داشته باشد؛ متون به همان زبان محاوره‌ای بازگردانی شده و کم‌ترین دخالت از سوی پژوهش‌گر در متن مصاحبه‌ها انجام شده است.

## ۲.۳. مرحله تحلیل داده‌ها و استخراج شاخص‌های فناوری مناسب روستایی

در مرحله چهارم متون نوشتاری وارد نرم‌افزار MAXQDA-2020 شد و ضمن کدگذاری باز و کدگذاری محوری تحلیل محتوا و مقوله‌بندی بر روی آن‌ها صورت گرفت. خروجی این مرحله شناسایی ۳۸ کد بود که با توجه به معنایی که از هر کد مشتق می‌شد، مقوله‌بندی و نام‌گذاری شدند. برای اطمینان از درستی استدلال محقق از معنای کدها و نام‌گذاری انجام‌شده، ابر مقوله‌های نام‌گذاری شده در اختیار پنج نفر از مصاحبه‌شوندگان قرار گرفت و نظرات اصلاحی آن‌ها بر روی کدها اعمال شد. در نهایت محقق، تحلیلی از ابر مقوله‌های شناسایی شده ارائه کرده است.

## ۳. نتایج و بحث

در فرآیند انجام مصاحبه، مصاحبه‌شوندگان ویژگی‌هایی که یک فناوری برای ورود به روستا لازم است داشته باشد را بیان کردند. این ویژگی‌ها به نوعی بیانگر حساسیت‌ها و دقتی بود که باید برای انتخاب و به‌کارگیری یک فناوری در روستا مورد توجه قرار گیرد. در واقع مصاحبه‌شوندگان اعتقاد داشتند که نظام نوآوری فناورانه روستاها باید بتواند ضمن جلوگیری از ورود فناوری‌های مخرب که کم‌ترین سازگاری با محیط روستا را دارند؛ امکان استفاده از فناوری مناسب را در روستاها

فراهم آورد. در جدول (۴) مؤلفه‌های مستخرج از مصاحبه با کارشناسان و فعالین حوزه کشاورزی و فناوری که پس از کدگذاری اولیه و کدگذاری محوری در قالب ابرمقوله معیارهای انتخاب و به‌کارگیری فناوری مناسب روستایی نام‌گذاری شده‌اند؛ نشان داده شده است.

**Table 4.** Coding of rural appropriate technology components

Supercategory naming	Axial coding	Initial 'open coding'
Criteria for selecting and applying rural appropriate technology	1-1 Socio-cultural compatibility	1-1-1 To be attractive to the farmer, 1-1-2 To be compatible with the knowledge environment, 1-1-3 To be the least dependent on human power, 1-1-4 To be compatible with all aspects of the villagers' lives, 1-1-5 1-1-6 To increase the dignity of farmers, 1-1-6 To accompany farmers with simplicity, 1-1-7 To be the foundation of the people, 1-1-8 To be compatible with the knowledge base of the villagers, 1-1-9 To attract farmers' security and Reassure them 1-1-10 To be needs oriented,
	1-2 Technical and economic compatibility	1-2-1 Be technically approved, 1-2-2 Be standard, 1-2-3 Be scalable, 1-2-4 Be durable and lasting 1-2-5 Having the ability to solve previous problems, 1-2-6 Be pervasive, 1-2-7- It should be cost-effective, 1-2-8 It should be able to control and direct, 1-2-9 It should not disturb the production unit, 1-2-10 It should be easy to use, 1-2-11 It can be combined with other technologies, 1-2-12 Its effects can be felt quickly by the farmer, 1-2-13 It is in accordance with the farmers' financial ability, 1-2-14 It is not technically complicated, 1-2-15 To be efficient and productive, 1-2-16 To provide the possibility of storing water and selling it, 1-2-17 To be cheap and usable by all farmers
	1-3 Physical and infrastructure compatibility	1-3-1 Its infrastructure should be available in the village, 1-3-2 It can be used in remote villages, 1-3-3 It should be compatible with any type of plant, 1-3-4 Caused the least changes in the agricultural production unit
	1-4 Environmental compatibility	1-4-1 It does not have a negative effect on the quality and quantity of water, 1-4-2 It does not shock the agricultural unit, 1-4-3 It is compatible with the geography of the region, 1-4-4 It is the nature of the foundation, 1-4-5 It should be consistent with the principles of sustainability, 1-4-6 It should be able to reduce water consumption 1-4-7 It should not bring soil salinity

Source: Author based on the findings of the interviews, 2023

### ۳.۱. تناسب اجتماعی و فرهنگی

در استفاده از مفهوم فناوری مناسب لازم است گروه مخاطب فناوری را در نظر داشته باشیم. این که فناوری برای چه گروهی ارائه می‌شود؟ و برای چه افراد با چه ویژگی‌هایی باید مناسب باشد؟ در واقع ویژگی‌های جمعیت شناختی افراد در برداشت آن‌ها از مفهوم فناوری مناسب تأثیر زیادی دارد. به‌عنوان مثال، یک فناوری ممکن است برای یک کشاورز با سطح تحصیلات کم، سن زیاد، میزان اراضی کم، دسترسی به آب محدود مناسب نباشد. درحالی‌که همان فناوری برای یک کشاورز که دارای تحصیلات بالا در رشته کشاورزی است، جوان است، اراضی کشاورزی زیادی دارد و میزان منابع آبی قابل‌توجهی دارد، مناسب تلقی شود.

"چه بخش یا گروهی؟ به موقع هست من دانشگاهی و هیئت علمی هستیم، یک موقع هست من کشاورز هستیم،

یک موقع هست من فناور هستیم. معنای فناوری مناسب برای هر کدام از این‌ها کاملاً متفاوت است" (IN-W-01-05).

یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های فناوری مناسب نیازمحور بودن آن است. به‌عبارت دیگر، فناوری باید برخاسته از نیازی باشد که بین جامعه کشاورز وجود دارد. نیاز کشاورزان برگرفته از مسأله‌ای است که با آن مواجه هستند. از جمله دلایل ناموفق بودن بسیاری از فناوری‌هایی که به روستاها وارد شده است عدم تناسب فناوری با نیازهای جامعه محلی بوده است. در واقع فناوری عرضه‌شده به روستاییان کم‌ترین تناسب را با نیازهای جامعه کشاورز داشته است. به‌عنوان مثال، درحالی‌که کشاورزان به یک فناوری برای افزایش کیفیت آب در دسترس نیاز داشته‌اند، نوعی فناوری به آن‌ها ارائه شده است که باعث کاهش مصرف آب توسط آن‌ها بشود. بنابراین، نیازسنجی از جامعه کشاورز روستایی و شناسایی نیازهای فناورانه آن‌ها از اولین اقداماتی است که توسط متولیان توسعه فناوری در کشاورزی باید انجام شود.

"به نظر من اولین چیز اینه که فناوری واقعاً با نیاز اون منطقه و اون روستا همخوانی داشته باشد (IN-A-02-02) خیلی از وقتها باید ببینیم این منطقه چه نیازهایی داره." (IN-T-01-06)

"نکته مهم به نظر من این هست که این فناوری می‌بایست متناسب با نیازهای جامعه کشاورز باشد." (IN-A-04-02)

"در ابتدا نیاز هست که یک نیازسنجی انجام شود." (IN-T-02-02)

البته ممکن است فناوری عرضه شده به کشاورزان روستایی برگرفته از نیازهای آن‌ها باشد ولی کشاورزان به آن فناوری احساس نیاز نکنند. در بسیاری از موارد هم ممکن است این حس نیاز وجود داشته باشد، اما به دلایلی این نیاز به تقاضا برای استفاده از فناوری منجر نشود. در شکل (۱) فرایند تبدیل مشکل به تقاضای فناوری نشان داده شده است. همانگونه که مشاهده می‌شود، در ابتدا کشاورزان با مشکلی مواجه می‌شوند. این مشکل می‌تواند راندمان پایین آبیاری در واحدهای تولیدی کشاورزی باشد. پس از مواجه شدن با مشکل به منظور حل آن باید این مشکل را به مسأله یا مسأله‌های استاندارد تبدیل کرد. یکی از این مسائل می‌تواند سنتی بودن سیستم آبیاری باشد. سپس از دل مسائل شناسایی شده نیازهای فناورانه استخراج می‌گردد. به عنوان مثال، یکی از نیازهای فناورانه می‌تواند سیستم آبیاری هوشمند باشد. از این مرحله به بعد موضوع پذیرش فناوری توسط بهره‌برداران نهایی بیش‌تر نمود پیدا می‌کند. ممکن است از بین فناوری‌هایی که در معرض کشاورزان قرار گرفته است، آن‌ها علاقمند به استفاده از یک یا چند فناوری باشند. این موضوع بیانگر خواسته‌ای است که در بین کشاورزان به وجود آمده است. اما این فناوری تنها زمانی مورد تقاضا و استفاده در واحدهای کشاورزی قرار می‌گیرد که به همراه خواست کشاورزان برای استفاده، قدرت خرید و بهره‌برداری از آن فناوری نیز وجود داشته باشد.



Figure 1. The process of turning a problem into an exploitable technology

در این زمینه ایجاد حس نیاز در جامعه روستایی و متقاعد کردن آن‌ها برای استفاده از فناوری اهمیت پیدا می‌کند. کشاورزان باید این احساس را داشته باشند که در صورت استفاده نکردن از فناوری موهبت ارزشمندی را از دست می‌دهند. این در حالی است که این حس هنوز در بخش بزرگی از جامعه کشاورز ایجاد نشده است. به عبارت دیگر، هرچند مشکلات آبیاری و مسائل مرتبط با آن وجود دارد و کشاورزان نیاز به فناوری برای ارتقای سیستم آبیاری خود را دارند، اما ممکن است این‌ها نیازهای پنهانی باشند که هنوز در جامعه کشاورز عینیت نیافته است.

"باید این احساس نیاز را بکنند که از سیستم‌هایی استفاده کنند که به کاهش مصرف آب و احیای اراضی زراعی و باغی او کمک می‌کند. ولی این احساس نیاز در کشاورزان خرده‌پای ما به وجود نیامده است و این افراد به روش‌های سنتی خودشان عادت کرده‌اند." (IN-A-04-02)

بعضی از مصاحبه‌شوندگان به وارداتی بودن فناوری‌های مورد استفاده در کشاورزی اشاره کرده‌اند و این که این فناوری‌ها تناسبی با نیازهای کشاورزان نداشته است.

"فناوری‌های اغلب خارجی وارد روستاها شده است، درحالی‌که نیازهای روستاهای کشور ما نیازهای کاملاً متفاوتی است." (IN-T-01-06)

## ۲.۳. تناسب فنی و اقتصادی

یکی از معیارهایی که به مصاحبه‌شوندگان خیلی به آن تأکید داشتند این است که فناوری باید به لحاظ فنی و اقتصادی

مورد تأیید باشد. سؤالی که در این زمینه به ذهن متبادر می‌شود این است چه کسی باید این فناوری را به لحاظ فنی تأیید کند. در حال حاضر معمولاً مدیران جهاد کشاورزی مسئولیت تأیید این وجه از فناوری را دارند و در نهایت اجازه استفاده یا عدم استفاده از یک فناوری خاص را در واحد تولیدی کشاورزی صادر می‌کنند. یکی از موضوعات مهم در این زمینه مربوط به سلیقه و گرایش مدیران و سیاست‌گذاران کشاورزی است. در بسیاری از مواقع دیده شده است که یک سیستم یا روشی در سیستم‌های آبیاری به دلیل اعتقاد یک مدیر یا مسئول و پیگیری و اصرار آن شخص در سطح وسیعی از واحدهای تولید کشاورزی پیاده‌سازی شده است، اما با تغییر آن شخص و آمدن فردی دیگر نگاه‌ها نسبت به آن نوع فناوری عوض شده و فناوری جدیدی پیشنهاد و مورد حمایت قرار گرفته است. این موضوع ضمن ایجاد سردرگمی بین کشاورزان، سبب شده است که با توجه به تخصص مدیران آب و خاک در ادارات جهاد کشاورزی و عدم آشنایی آن‌ها با بسیاری از فناوری‌های جدید از قبیل هوش مصنوعی، کلان داده‌ها، اینترنت اشیا و مانند آن شاهد باشیم که کم‌تر این دسته از فناوری‌ها به لحاظ فنی مورد تأیید قرار بگیرند و در سیستم‌های آبیاری استفاده شود.

"امسال معاونت آب و خاک عوض شده است و فرد جدید منصوب شده که خیلی به روش‌های قبلی اهمیت

نمی‌دهند." (IN-I-04-16)

یکی از ویژگی‌هایی که فناوری‌های مناسب در سیستم‌های آبیاری باید داشته باشد، مقیاس‌پذیری است. مقیاس‌پذیری به این معنا است که بتوان فناوری را متناسب با سطح اراضی، کیفیت آب، زیرساخت‌ها و امکانات تأسیساتی و مانند آن در هر جایی پیاده‌سازی کرد. فناوری‌هایی که در حال حاضر به روستاها پیشنهاد می‌شود معمولاً برای کشاورزان خرده‌پا و واحدهای اراضی خرد قابل استفاده نیست و یا این که مقرون‌به‌صرفه نیست. استفاده از فناوری‌هایی که مقیاس روستا را در نظر نگرفته‌اند باعث هدررفتن سرمایه روستاییان و بدبین شدن به فناوری به دلیل بازخورد مناسب‌نگرفتن از فناوری می‌شود. وظیفه نوآوران، مبتکران و شرکت‌های فناوری و دانش‌بنیان است فناوری را متناسب با مقیاس واحدهای بهره‌برداری طراحی کنند. کشاورزی در شهرستان تفت به‌طور عمده به شیوه خرده‌مالکی انجام می‌شود، بنابراین فناوری باید این ویژگی اصلی کشاورزی را مورد توجه قرار بدهد. به‌نظر مصاحبه‌شوندگان به دلیل این که فناوری‌ها در حال حاضر متناسب با اراضی بزرگ است، ورود این فناوری‌ها به روستاها که اکثراً به‌صورت خرده‌مالکی اداره می‌شوند دوامی نخواهد داشت.

"ما نمی‌توانیم مالکیت را از کشاورز خرده‌پا بگیریم، بنابراین باید فناوری را متناسب با اراضی در اختیار اون

طراحی کنیم به‌صورتی که مطمئن شود که با استفاده از فناوری می‌تواند کارش را راحت‌تر، ارزان‌تر، سریع‌تر،

بهتر و باکیفیت بالاتر انجام دهد. اما در حاضر این‌گونه نیست و معمولاً فناوری‌ها برای قطعات خیلی بزرگ

مقرون‌به‌صرفه و قابل استفاده است و می‌خواهیم همین فناوری را به همون شکل وارد اراضی خرد کنیم."

(IN-A-02-24)

مصاحبه‌شوندگان به این موضوع اشاره داشته‌اند که فناوری مناسب برای روستاها باید با دوام و ماندگار باشد. منظور از دوام و ماندگاری فناوری این است که فناوری عرضه‌شده به روستاییان هم به لحاظ ماهیت و هم به لحاظ کیفیت به‌گونه‌ای طراحی شده باشد که با مرور زمان کم‌ترین آسیب به آن وارد شود و بتوان از آن برای مدت طولانی استفاده کرد. یکی از ایراداتی که کشاورزان روستایی به فناوری‌های آبیاری وارد می‌کنند، کیفیت پایین تجهیزات مورد استفاده در این فناوری‌ها برای استفاده در محیط‌های خشک و بیابانی است.

"کیفیت و دوام پایین لوله‌های مورد استفاده در سیستم‌های آبیاری قطره‌ای باعث آفتاب‌خوردگی و از

بین‌رفتن آن پس از مدت دو سال می‌شود که تعویض این لوله‌ها هزینه‌هایی را برای کشاورز به‌دنبال خواهد

داشت." (IN-I-02-04)

در شرایط کنونی که روستاییان با مشکلات مالی مواجه هستند فناوری عرضه شده به روستاها باید ضمن این که با بنیه مالی خانوارهای روستایی تناسب داشته باشد به لحاظ اقتصادی نیز مقرون به صرفه باشد. فناوری به کار گرفته شده در بسیاری از واحدهای تولیدی کشاورزی مقرون به صرفه نبوده و نتوانسته نقش مؤثری در افزایش درآمد خانوارهای کشاورز خرده پا داشته باشد. هرچند در ابتدای به کارگیری استفاده از این فناوریها دولت حمایت‌های بلاعوضی از کشاورزان انجام می‌دهد، اما باید پذیرفت نگهداری این سیستم‌ها نیازمند هزینه‌های پشتیبانی است که معمولاً کشاورزان خرده پا برای تأمین این هزینه‌ها با مشکل مواجه هستند. زیرا بسیاری از این کشاورزان خرده پا به کشاورزی خودکفا و با اقتصاد معیشتی روی آوردند و به کشاورزی به عنوان یک کار تفریحی و نه با دیدگاه اقتصادی نگاه می‌کنند.

"یک موضوعی که وجود دارد همین بحث هزینه بر بودن اجرای فناوری در واحدهای بهره برداری کشاورزی است و بسیاری از کشاورزان ما خرده مالک هستند و توان فنی و مالی برای استفاده از فناوری را ندارند و در واقع محصولی هم که تولید می‌کنند مقرون به صرفه نیست و ارزش اقتصادی ندارد که بخواهند برای تولید آن دست به هزینه بزنند." (IN-A-04-26)

"باید هزینه‌های پشتیبانی و جانبی آن کم باشد." (IN-A-05-10)

مصاحبه شونده‌گان به این مهم اشاره داشته‌اند که یک فناوری نباید باعث اختلال در واحد تولیدی کشاورزی شود. این افراد به مواردی اشاره کرده‌اند که کشاورزان به دلیل استفاده از فناوری دچار ضرو و زیان‌های زیادی شده‌اند. به عنوان مثال، استفاده از آبیاری قطره‌ای در باغات سبب ایجاد تنش آبی به درخت و آسیب آن شده است. در مثال دیگری استفاده از فناوری آبیاری هوشمند در گلخانه و خراب شدن قطعه الکترونیکی دستگاه آسپب‌هایی را به بعضی گلخانه‌ها وارد کرده است.

"استفاده از فناوری سبب وارد شدن تنش آبی به درختان و تحمیل خسارت‌های جبران ناپذیر به باغات شده است." (IN-F-01-11)

به نظر مصاحبه شونده‌گان، فناوری مورد استفاده در سیستم آبیاری ضمن ساده بودن و امکان تلفیق با سایر فناوری‌هایی که در واحد تولیدی کشاورزی در حال استفاده است، باید کمترین پیچیدگی فنی را داشته باشد. به نظر آن‌ها کشاورزان با فناوری‌های ساده که کم‌تر پیچیدگی فنی دارند راحت‌تر ارتباط برقرار می‌کنند و زودتر آن را مورد پذیرش قرار می‌دهند. در ادامه برخی از نظرات این مصاحبه شونده‌گان آورده شده است:

"قطعاً پیچیدگی فناوری در پذیرش کشاورز اثر می‌گذارد. هرچه سطح فناوری و پیچیدگی اون بالاتر باشه قطعاً مجاب کردن روستایی برای استفاده از اون فناوری سخت‌تر و زمان برتره. باید یک محصول ساده باشد که کشاورز بتونه به راحتی ازش استفاده کنه." (IN-I-05-02)

"فناوری باید کاربر دوست باشد و هم‌چنین کشاورز بتواند به سادگی از آن استفاده کند." (IN-T-05-06)

البته در بین مصاحبه شونده‌گان افرادی هم بودند که نسبت به ساده بودن فناوری نظر متفاوتی داشتند. از نظر این افراد هرچند ساده بودن فناوری خوشایند است، اما پیچیدگی ذات فناوری است و فناوری هرچه بیش‌تر پیچیده باشد کاراتر و اثربخش‌تر است.

"من معتقدم فناوری باید پیچیده باشد. باید پیچیده باشد تا به درد بخورد. البته فناوری ساده هم می‌تواند مورد استفاده قرار بگیرد و جواب بدهد اما برای این که تأثیر شگفت‌انگیز را داشته باشیم نیاز است که فناوری پیچیده باشد." (IN-F-01-13)

### ۳.۳. تناسب کالبدی و زیرساختی

هر فناوری برای استفاده در روستا نیازمند مجموعه‌ای از زیرساخت‌ها و الزامات کالبدی است که به تناسب ماهیت و نوع فناوری ممکن است قبل از ورود فناوری فراهم شده باشد و یا این که بعد از ظهور فناوری فراهم شود. به‌عنوان مثال، در بررسی فرایند ظهور و گسترش فناوری قنات مشاهده می‌شود که بسیاری از زیرساخت‌های مالی و مشارکتی قبل از ظهور این فناوری شکل گرفت و برخی از زیرساخت‌های حقوقی و قانونی بعد از ظهور آن به‌وجود آمد. نکته مهمی که وجود دارد این است که فناوری بدون این زیرساخت‌ها در دستیابی به اهداف موردنظر موفق نخواهد بود. حتی علت شکست بسیاری از فناوری‌ها را نیز می‌توان در نبود و یا شکل‌نگرفتن این زیرساخت‌ها دانست. برای مثال، با ورود فناوری موتور پمپ به روستاها شاهد دست‌اندازی بیش از حد به منابع آب زیرزمینی هستیم. این موضوع باعث آسیب‌های جبران‌ناپذیر به منابع آب زیرزمینی شد. درحالی‌که اگر به‌همراه فناوری موتور پمپ، زیرساخت حقوقی و قوانین روشن و بازدارنده نحوه استفاده از این فناوری نیز تدوین می‌شد، این حجم از آسیب به منابع وارد نمی‌شد.

برخی از زیرساخت‌های موردنیاز برای استفاده از فناوری در روستاها عبارتند از زیرساخت تأمین مالی، زیرساخت قانونی و حقوقی، زیرساخت نهادی - مدیریتی، زیرساخت زیربنایی و تأسیساتی، زیرساخت اجتماعی - فرهنگی، زیرساخت نظارتی، زیرساخت آموزش، مشاوره و منتورینگ، زیرساخت فنی و مهندسی و مانند آن. از یک‌سو ظهور و گسترش فناوری در روستاها وابسته به این زیرساخت‌ها است و از سوی دیگر ایجاد چنین زیرساخت‌هایی به مانند آنچه که در زیست‌بوم نوآوری شهرها شاهد آن هستیم بسیار هزینه‌بر و بدون توجیه اقتصادی است. بنابراین لازم است دولت زیرساخت‌هایی ساده و مقیاس‌پذیر متناسب با ظرفیت و کالبد روستاها طراحی کند.

"زیرساخت‌هایی فناوری لازم است ساده باشد. می‌بینیم که آبیاری قطره‌ای مشکلات زیادی داشت و زیرساخت‌های مناسبی می‌خواست مثلاً باید استخر ایجاد می‌شد، آب پمپاژ می‌شد و لوله‌کشی گسترده می‌شد؛ همین لوله‌کشی‌ها برای سیستم کشاورزی دست و پاگیر بودند." (IN-I-05-02)

"موضوع بعد به لحاظ زیرساختی هست که دولت باید کمک کند به ایجاد زیرساخت‌های موردنیاز." (IN-T-05-06)

مصاحبه‌شوندگان دو زیرساخت مهم برای توسعه فناوری در سیستم آبیاری روستاها را فناوری اطلاعات و ارتباطات و فناوری کاداستر عنوان کرده‌اند. دسترسی به ابزار فناوری اطلاعات و ارتباطات به‌ویژه اینترنت، امکان دسترسی به فضای مجازی و حجم وسیعی از اطلاعات موردنیاز برای کشاورزان را فراهم می‌کند. هم‌چنین سیستم کاداستر با ایجاد بانک اطلاعات مکانی، مالکیت در بخش کشاورزی را مشخص می‌کند. "بستر فناوری اطلاعات و ارتباطات بستری است که می‌تواند امکان ارتباط از راه دور را برای ما فراهم کند. اگر توانستید این بستر را در روستا شکل دهید می‌توان انتظار داشت سایر عناصر نوآورانه هم شکل بگیرد اما بدون آن نمی‌توان امید به موفقیت سایر فناوری‌ها و ایجاد زیرساخت‌های لازم داشت." (IN-T-05-06)

"اولین زیرساختی که باید اجرا بشود سیستم کاداستر و مالکیت در بخش کشاورزی است. یک‌بار برای همیشه باید این طرح بیاد و اراضی کشاورزی و منابع طبیعی جدا بشن از هم و سند دار بشن. وقتی که کشاورز سند مالکیت داشته باشد هویت و قدرت دارد." (IN-A-04-17)

### ۳.۴. تناسب زیست‌محیطی

تمام مصاحبه‌شوندگان به این موضوع اشاره داشتند که یک فناوری مناسب باید کاملاً با اصول پایداری زیست‌محیطی سازگاری داشته باشد. بعضی از موضوعات زیست‌محیطی مورد اشاره توسط آن‌ها عبارتند از:

- فناوری نباید اثر منفی بر کیفیت و کمیت آب داشته باشد؛
- فناوری نباید شوک و تنش را به واحد کشاورزی وارد کند؛
- فناوری لازم است با جغرافیای منطقه سازگار باشد؛
- فناوری باید طبیعت بنیاد باشد؛
- فناوری باید با اصول پایداری همخوانی داشته باشد؛
- فناوری باید قابلیت کاهش مصرف آب داشته باشد؛
- فناوری نباید باعث افزایش شوری خاک شود.

برخی از مصاحبه‌شوندگان معتقدند علت بسیاری از مشکلات زیست‌محیطی در روستاها به‌کارگیری فناوری نامناسب و یا استفاده نادرست از فناوری مناسب بوده است. این افراد راه‌حل برون رفت از این معضلات را در استفاده از فناوری مناسب که بیش‌ترین پایداری زیست‌محیطی را با روستا داشته باشد، می‌دانند.

"وضعیت خیلی وخیمه. چاره کار هم واقعاً تکنولوژی. ولی باید بدونیم که اول همین تکنولوژی بوده که اومده کار را خراب کرده. چراکه ما در ابتدا و قبل از ورود فناوری یک برداشت سازگار با محیط زیست داشتیم." (IN-W-01-03)

معمولاً در انتخاب فناوری برای ورود به روستاها شاهد اتخاذ رویکردی تک‌بعدی هستیم. همانگونه که اشاره شد عوامل مختلف اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی در انتخاب و به‌کارگیری فناوری در سیستم آبیاری یک واحد کشاورزی نقش دارند. این در حالی است که معمولاً انتخاب و به‌کارگیری فناوری با هدف افزایش راندمان آبیاری در واحد کشاورزی انجام می‌شود. این رویکرد تک‌بعدی هرچند ممکن است در کوتاه‌مدت اثرات مثبتی را به‌همراه داشته باشد، اما به مرور زمان چالش‌هایی را برای واحد تولید کشاورزی به‌همراه خواهد داشت. به‌عنوان مثال، شاهد آن هستیم که به‌دلیل پیچیدگی‌های فنی و هزینه‌های بالای پشتیبانی کشاورزان مجبور می‌شوند پس از چند سال نسبت به جمع‌آوری فناوری اجرایشده اقدام کنند.

"برای انتخاب تکنولوژی مناسب در سیستم آبیاری عوامل مختلفی را باید موردتوجه قرار داد. در صورتی که

این عوامل لحاظ نشوند، تصمیم مناسبی برای واحد تولید کشاورزی اتخاذ نخواهد شد." (IN-I-05-10)

با توجه به تجارب جهانی در مواجهه با مسئله آب و سابقه تاریخی یزد در استفاده از فناوری‌های مناسبی به مانند قنات می‌توان گفت که مسیر عبور از بسیاری از مشکلات حوزه آب، ارائه راه‌حل‌های فناورانه است. البته نوع فناوری مورد استفاده مهم است که مناسب باشد. چرا که قنات در ذات خود ویژگی‌هایی داشته است که همان ویژگی‌ها باید برای فناوری پیشنهادی امروزی هم در نظر گرفته شود. به‌طور خلاصه می‌توان گفت که فناوری قنات یک فناوری طبیعت بنیاد، دانش بنیاد و مردم بنیاد بوده است. به‌عبارت دیگر، قنات در ذات خود هم با ویژگی‌های طبیعی (اقلیم‌شناسی، زمین‌شناسی، هیدروگرافی، خاک‌شناسی و مانند آن) هم با ساختارهای اجتماعی (شبکه‌های مردمی، بنیان‌های معرفتی و مانند آن) و هم با بسترهای دانشی روستاها (دانش محلی، سطح مهارتی و مانند آن) تناسب داشته است. بنابراین لازم است فناوری جدیدی که برای ورود به روستا انتخاب می‌شود ضمن تناسب با ویژگی‌های طبیعی و جغرافیایی منطقه، کم‌ترین تنش محیطی را داشته باشد. همچنین این دسته از فناوری‌ها باید ضمن احترام به ویژگی‌های اجتماعی و فرهنگی روستاها قادر باشد مشارکت و همیاری مردم محلی در پیاده‌سازی فناوری در سیستم‌های آبیاری را به‌همراه داشته باشد. مضاف بر این توجه به سطح دانش و مهارت روستاییان برای استفاده از فناوری پیشنهادی موضوع مهمی است که پایداری و دوام استفاده از فناوری را تضمین می‌کند.



شما قنات را بین نمی‌شه بدون سازگاری با طبیعت و محیط روستا در طول سال‌ها هنوز تأمین‌کننده آب باشه. نمی‌شه که بدون دانش ساخته شده باشه. قطعاً توی اون دانش به‌کار رفته. مگه می‌شه ۱۰۰ کیلومتر آب بیاری بدون دانش مهندسی. مگه می‌شه این آب را تقسیم کنی بدون دانش حقوقی (IN-T-04-10).

### ۵.۳. شکل‌گیری مبنای نظری

با ایجاد پیوند بین مقوله‌ها و بررسی مفاهیم استخراج‌شده از کدها مبنای نظریه‌ای پژوهش شکل گرفت. این مبنای نظریه‌ای در واقع ملاحظه‌ای برگرفته از داده‌های استنتاج‌شده از اظهارات مصاحبه‌شوندگان در مورد علل مشکلات، راهکارهای تجویزی و پیامدهای متعاقب است که در قالب الگوی تمرین GT سیستماتیک (SY-GTM) به‌منظور ارائه الگوی پارادایمی صورت‌بندی شده است (شکل ۲).

### ۵.۳.۱. شرایط علی

در چرایی ورود فناوری نامناسب به روستا و بخش کشاورزی و عدم استفاده از فناوری‌های مناسب در این بخش دلایل متعددی را می‌توان نام برد. یکی از این دلایل عدم توجه به شرایط خاص روستا است. در واقع روستاها دارای بعد زمانی و مکانی خاص خود هستند که کم‌تر توسط فناوران موردتوجه قرار می‌گیرد. همین موضوع سبب شده است که ما شاهد استفاده از فناوری آبیاری قطره‌ای در تمام سطح جغرافیایی کشور باشیم. این در حالی است که شاید یک فناوری برای یک منطقه جغرافیایی خاص مناسب باشد اما نتوان همان فناوری را با همان کارایی در سایر مناطق به‌کار گرفت. به‌عنوان مثال، کارایی یک فناوری خاص در آبیاری روستاهای واقع در مناطق خشک که آب آن‌ها به لحاظ کمی و کیفی ویژگی‌های خاصی دارد با کارایی همان فناوری در روستاهای واقع در مناطقی کوهستانی که به لحاظ شرایط زمین‌شناسی و شیب زمین شرایط خاصی دارند نمی‌تواند یکسان باشد. بنابراین می‌توان گفت که آن دسته از فناوری‌ها مناسب هستند که بتوانند در مکان و زمان خاص اثربخشی مناسبی را از خود نشان دهند.

یکی دیگر از دلایل عدم ورود فناوری مناسب به روستاها و بخش کشاورزی، عدم توجه به نیازهای واقعی جامعه کشاورز است. حتی این عامل سبب شده است تا در پذیرش فناوری توسط بهره‌بردار نهایی نیز اختلال ایجاد شود. مواجه‌شدن فناوران با مشکلات سیستم‌های آبیاری و تبدیل این مشکلات به مسائل کلیدی و نیازهای واقعی و ارائه طرح و ایده مناسب برای رفع نیازهای نشأت‌گرفته از مسائل، فرایندی است که در طراحی و ساخت یک فناوری برای جامعه روستایی باید موردتوجه قرار گیرد. موضوعی که عدم توجه به آن باعث شده تا ضمن پا برجاماندن بخش زیادی از مشکلات سیستم‌های آبیاری، بیش‌تر فناوری‌های پیشنهادی برای ورود به روستا و بخش کشاورزی نتواند مورد استقبال و پذیرش جامعه کشاورز روستایی قرار گیرد. دلیل دیگری که در عدم ورود فناوری مناسب به روستاها نقش داشته است، ضعف امکانات و زیرساخت‌ها در این بخش از سکونتگاه‌های انسانی است. به‌کارگیری بسیاری از فناوری‌ها نیازمند وجود بسترهای موردنیاز است. به‌عنوان مثال، برای استفاده از بسیاری از فناوری‌های کاربردی از قبیل اینترنت اشیا و هوشمندسازی در آبیاری لازم است بسترهای مخابراتی و اینترنتی در روستاها وجود داشته باشد. توسعه و نگهداری زیرساخت‌های روستایی، تنها تزریق نهاده‌های سرمایه‌ای به جامعه‌ای با تولید سنتی نبوده، بلکه هدف آن ایجاد سازوکارها، نهادها و رویکرد مدیریتی است (Badakhshan, 2019). به‌عبارت دیگر، برای توسعه فناوری در روستاها در کنار شکل‌گیری امکانات زیربنایی لازم نیازمند فراهم‌شدن زیرساخت‌های مدیریتی، حمایتی، ضمانتی، حقوقی، مالی و مانند آن و همچنین اصلاح فرایندهای ورود فناوری به روستاها و استفاده از آن در توسعه کشاورزی روستایی هستیم.

### ۳.۵.۲. شرایط زمینه‌ای

در پژوهش حاضر محل وقوع پدیده (ورود فناوری نامناسب به روستا و بخش کشاورزی) روستاهای شهرستان تفت است. هرچند این شهرستان دارای بیشترین تعداد آبادی دارای سکنه و بیشترین تعداد جمعیت روستایی در بین شهرستان‌های استان یزد است، اما شرایط زمینه‌ای در سکونتگاه‌های روستایی این منطقه به سمتی می‌رود که آینده چندان روشنی را نمی‌توان برای روستاهای این شهرستان متصور شد. به‌عنوان مثال، بررسی شرایط جغرافیایی و اقلیمی روستاهای شهرستان تفت در دوره بلندمدت سی‌ساله بیانگر کاهش بارندگی، افت سطح سفره‌های آب زیرزمینی و خشکسالی‌های مداوم است. این وضعیت در سال‌های اخیر به حدی بحرانی شده است که در بعضی از روستاهای منطقه آب‌رسانی به‌وسیله تانکرهای سیار انجام می‌شود. با توجه به وابستگی آبادانی و حیات روستاها به آب، در صورتی که نتوان منابع آب موجود را به درستی مدیریت کرد در آینده شاهد کاهش تعداد جمعیت روستایی و افزایش تعداد آبادی‌های خالی از سکنه شهرستان خواهیم بود. یکی از ابزار اثربخش برای مدیریت منابع آب، استفاده از فناوری متناسب با ویژگی‌های محیطی روستاها است.

هم‌چنین در طراحی فناوری مناسب باید توجه داشت که هر یک از روستاهای شهرستان تفت بر یک بستر و شرایط اقتصادی، قانونی و سیاسی خاص و منحصربه‌فرد نسبت به شهرها بنا شده‌اند. به‌عنوان مثال، هزینه‌ها و درآمدها در روستاها نسبت به شهرها متفاوت است. سطح درآمد روستاییان نسبت به ساکنان شهرها پایین‌تر است و در سید هزینه‌های خانوارهای روستایی اولویت‌های متفاوتی نسبت به اولویت‌های هزینه‌های خانوارهای شهری مشاهده می‌شود. در این زمینه بستر انگیزشی در روستاها و انجام حمایت‌ها و در نظر گرفتن مشوق‌ها برای جامعه روستایی و کشاورز به‌منظور استفاده از فناوری نیز در مقایسه با شهرها بیش‌تر نمود پیدا می‌کند. این حمایت‌ها و مشوق‌ها با هدف ایجاد انگیزه در کشاورزان روستایی برای استفاده از نوآوری و فناوری و زمینه‌سازی شکل‌گیری بستر نوآوری و تغییرات فناورانه در روستاها انجام می‌شود.

### ۳.۵.۳. شرایط مداخله‌ای

در کنار عوامل علی و زمینه‌ای برخی از عوامل واسطه‌ای به‌عنوان مداخله‌گر نیز هستند که در ورود فناوری نامناسب به روستاها و بخش کشاورزی نقش داشته‌اند. یکی از این عوامل خرده‌مالکی است. خرده‌مالکی سبب شده یا امکان استفاده از بسیاری از فناوری‌ها در روستا و کشاورزی فراهم نباشد و یا در صورت وجود امکان و قابلیت پیاده‌سازی به لحاظ اقتصادی مقرون‌به‌صرفه نباشد. هم‌چنین تمرکزگرایی گسترده در تمام ابعاد مربوط به زیرساخت‌های موردنیاز نوآوری و فناوری مشاهده می‌شود. این تمرکزگرایی در شهرهای بزرگ سبب شده تا اساساً جمعیت نوآور و نیروی انسانی توانمند که می‌توانند نقش ایده‌پردازی در شکل‌گیری فناوری‌های بومی داشته باشند، به شهرها مهاجرت کنند.

انحصارگرایی و روابط ناسالم در زیست‌بوم نوآوری و فناوری سیستم‌های آبیاری کشور سبب شده است تا بستر برای شکل‌گیری، توسعه، ترویج و استفاده از فناوری‌های خاصی فراهم باشد. در واقع به‌دلیل این که شکل‌گیری دسته‌ای از فناوری‌ها (فارغ از مناسب بودن یا مخرب بودن) سبب کسب سود برای گروه خاصی می‌شود این افراد سعی می‌کنند ضمن نفوذ در مسئولین و همراه کردن آن‌ها زمینه لازم برای توسعه آن فناوری را فراهم کنند.

موضوع دیگری که باید به آن اشاره کرد، عمر کوتاه برنامه‌ریزی‌ها در نظام روستایی کشور است. زمان‌بر بودن فرایند نیازسنجی و پژوهش و توسعه برای شکل‌گیری، انتقال و ترویج استفاده از فناوری مناسب از یک‌سو و تأثیر تغییرات کلان در عرصه مدیریتی کشور بر نظام سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی روستایی، باعث عدم ثبات در تصمیم‌گیری‌ها برای ورود

فناوری مناسب به روستا شده است. وارداتی بودن فناوری، عدم توجه به دانش بومی و ضعف نظام ترویجی در معرفی و زمینه‌سازی استفاده از فناوری مناسب نیز از جمله سایر عوامل مداخله‌گر در شکل‌گیری فناوری نامناسب در روستاهاست. نظام ترویجی در کشور به جهت دارابودن کارشناسان متخصص در حوزه کشاورزی و آبیاری می‌تواند ضمن جمع‌آوری اطلاعات واحدهای تولیدی، شناسایی نیازهای واقعی کشاورزان و انتقال این اطلاعات و نیازها به فناوران زمینه شکل‌گیری فناوری نشأت‌گرفته از نیازهای کشاورزان را فراهم آورد. همچنین فناوری‌های شکل گرفته در این فرایند می‌تواند در پایلوت‌های پژوهشی همجوار روستاها اجرا شده و اثربخشی آن موردسنجش قرار گیرد تا پس از اثبات کارایی در سیستم‌های آبیاری مورداستفاده قرار گیرد.

### ۳.۶. راهبردها

برای ارائه راهبردهای مناسب به‌منظور مقابله با پدیده ورود فناوری مناسب در روستا و بخش کشاورزی توجه به عوامل درونی (قوت و ضعف) و بیرونی (فرصت و تهدید) مؤثر بر روستاها و بخش کشاورزی ضروری است. با توجه به کدهای استخراج‌شده از مصاحبه‌ها راهبردهایی در راستای به‌کارگیری فناوری مناسب در روستا و بخش کشاورزی مفهوم‌سازی شده است. از جمله این راهبردها توجه به دانش بومی در طراحی فناوری مناسب برای استفاده در بخش آبیاری کشاورزی روستاهاست. در این زمینه حتی بانک جهانی، برای چالش با تحولات بخش کشاورزی، سیاست‌گذاران، کارگزاران و تولیدکنندگان دست‌اندرکار را بر به‌کارگیری نظام‌های نوآوری متناسب با دانش بومی توصیه می‌کند (Shahvali et al., 2018). دانش بومی به‌دلیل ماهیت ذاتی و منشأ شکل‌گیری، بسیاری از ویژگی‌های پایداری که قوام‌بخش سازگاری با محیط روستا است را رعایت می‌کند. تلفیق دانش بومی با دانش آکادمیک و ترکیب آن با تجربه و مهارت فنی فناوران می‌تواند سبب شکل‌گیری فناوری مناسب با بخش کشاورزی شود. استفاده از این دانش بومی نیازمند جلب مشارکت جامعه محلی برای به اشتراک گذاشتن تجارب و مهارت‌های آن‌هاست. با جلب مشارکت جامعه محلی می‌توان بهره‌برداران نهایی فناوری را در فرایند طراحی فناوری به‌ویژه در مرحله نیازسنجی دخیل کرد.

یکی دیگر از راهبردهای مؤثر در ورود فناوری مناسب به روستاها توجه به مالکیت در روستاها است. بدون شک یکی از دلایل استفاده کشاورزان از فناوری دستیابی به سود و منفعت اقتصادی است. این در حالی است که فناوری‌ها برای این‌که بتوانند بیش‌ترین اثر و ارزش افزوده اقتصادی را داشته باشند نیازمند بستر و مقیاس مناسب هستند. در واقع پیاده‌سازی بسیاری از فناوری‌ها در اراضی کوچک توجیه اقتصادی نداشته و همین عامل باعث آن شده است تا ورود آن‌ها به بخش کشاورزی روستاهای کشور که به‌طور عمده به شیوه خرده‌مالکی اداره می‌شود توجیه‌پذیر و معقول نباشد. تاکنون فناوری‌های متعددی در بخش کشاورزی و به‌ویژه آبیاری روستاهای کشور مورداستفاده قرار گرفته است. آسیب‌شناسی و بررسی میزان موفقیت این فناوری‌ها در دستیابی به اهدافی که مسئولین از ورود آن‌ها به روستاها داشته‌اند سبب کسب تجربه از پروژه‌های انتقال فناوری قبلی و جلوگیری از تکرار اشتباهات راهبردی در این زمینه خواهد شد. همچنین تأمین زیرساخت‌های موردنیاز برای استفاده از فناوری‌ها گوناگون در روستاها نیز راهبرد دیگری است که لازم است موردتوجه قرار گیرد.

### ۳.۷. پیامدها

در صورت اجرایی‌شدن راهبردهای اشاره‌شده در بالا پیامدهای زیر قابل انتظار خواهد بود:

– اعتمادافزایی و بسترسازی پذیرش فناوری

- افزایش انگیزه و توان کشاورزان برای استفاده از فناوری
- اثربخشی فناوری و افزایش بهره‌وری آبیاری
- حفظ پایداری محیط روستا
- افزایش نرخ نفوذ فناوری مناسب در کشاورزی

استفاده از فناوری مناسب در کشاورزی روستایی ضمن جلب اعتماد جامعه محلی و افزایش انگیزه آن‌ها بستر لازم برای پذیرش فناوری توسط بهره‌برداران نهایی را فراهم خواهد کرد. این فناوری اثرات مثبت بیشتری برای کشاورزی در پی دارد و با توجه به ویژگی‌هایی که برای آن نام برده شده است به حفظ پایداری روستاها کمک می‌کند.

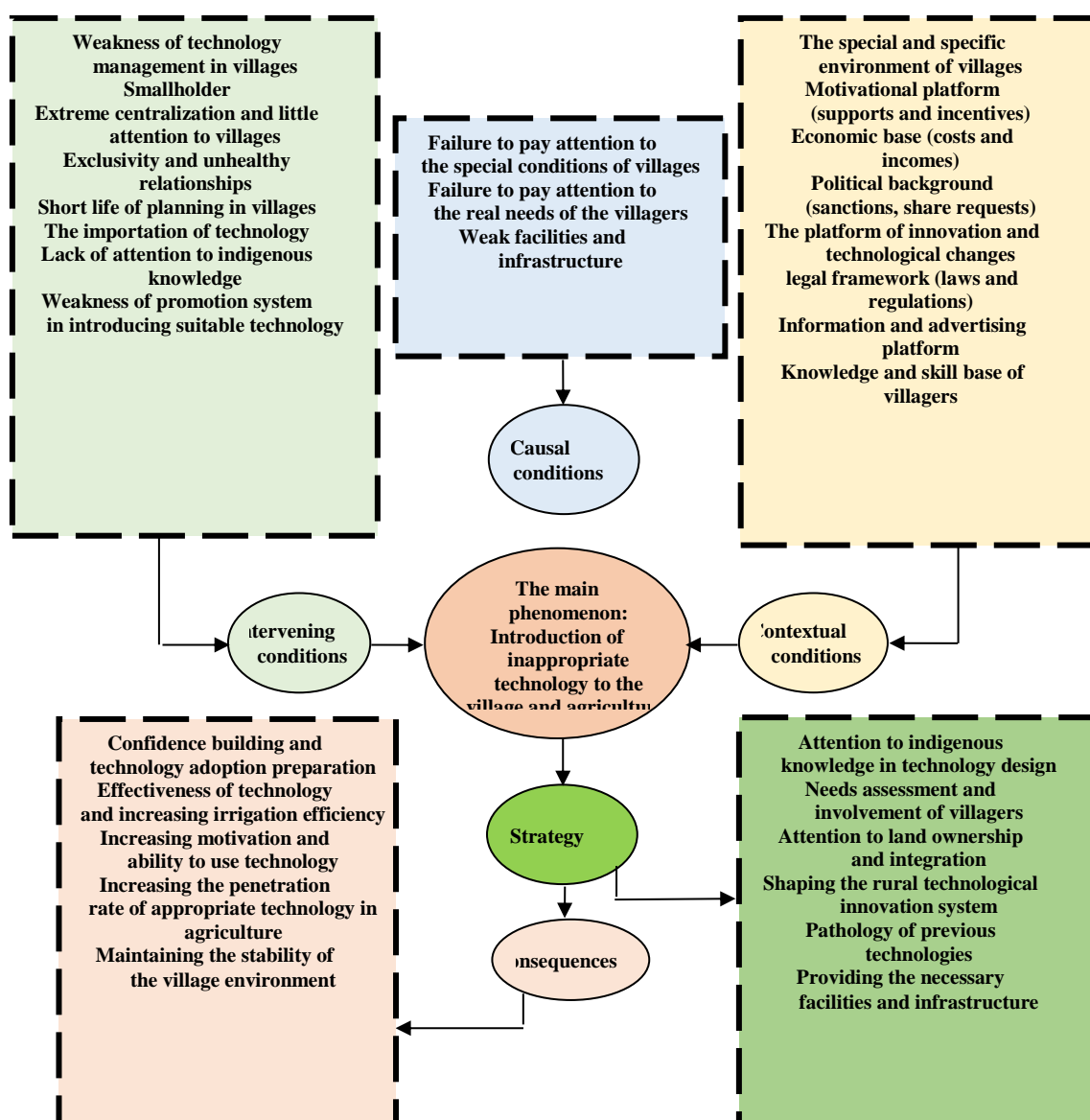


Figure 2. Paradigmatic model of appropriate technology development in rural irrigation system

#### ۴. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

مفهوم و شاخص‌های فناوری مناسب قبلاً توسط سایر پژوهش‌گران مورد بررسی قرار گرفته است. با توجه به زمینه تخصصی پژوهش‌گران و همچنین نوع فناوری مورد بررسی و پهنه جغرافیایی مورد مطالعه، شاخص‌های مختلفی برای فناوری مناسب پیشنهاد شده است. در این پژوهش نیز با استفاده از روش کیفی و تکنیک نظریه بر پایه و تحلیل نظرهای کارشناسان حوزه‌های کشاورزی و فناوری، شاخص‌هایی که این نوع فناوری در سیستم‌های آبیاری روستایی باید داشته باشد، مورد بررسی قرار گرفت.

نتایج پژوهش در رابطه با شاخص‌های فناوری مناسب بیانگر آن است که فناوری مورد استفاده در سیستم‌های آبیاری باید به لحاظ اجتماعی- فرهنگی، فنی- اقتصادی، کالبدی- زیرساختی و زیست‌محیطی با محیط روستا و بخش کشاورزی تناسب داشته باشد. این یافته‌ها با نتایج پژوهش Shah Nawaz and Ajay (2022) مشابهت دارد. عدم رعایت تناسب فناوری ضمن کاهش اثربخشی و کارایی فناوری تبعات متعددی از قبیل اتلاف منابع مادی روستاییان، آسیب به محیط، بدبین شدن روستاییان نسبت به فناوری و مانند آن را در پی خواهد داشت. بسیاری از فناوری‌ها تنها به دلیل این که در یک محیط جغرافیایی دیگر جواب داده برای استفاده در روستاهای ایران نیز پیشنهاد شده است. به عنوان مثال، فناوری آبیاری قطره‌ای در بسیاری از کشورها مورد استفاده قرار گرفته است و پاسخگوی نیازهای فناورانه آن کشور بوده است. اما این فناوری آن گونه که در ابتدا انتظار می‌رفت نتوانسته در کشاورزی ایران به ویژه روستاهای مناطق خشک جواب دهد. با بررسی موضوع مشخص می‌شود که این فناوری‌های جدید در سیستم‌های آبیاری انطباق مناسبی با محیط جغرافیایی و اجتماعی روستاهای مناطق خشک ایران نداشته است. این سیستم‌های آبیاری در کشورهای اروپایی و مناطقی که دارای کیفیت خاصی از آب هستند جواب داده است اما در روستاهای مناطق خشک ایران که آب دارای املاح زیادی است و درجه اسیدی بودن و شوری آن بالا است کارایی لازم را نداشته است. از سوی دیگر تابش شدید آفتاب در این مناطق سبب شده است که لوله‌های استفاده شده در این سیستم‌ها به مرور از بین رفته و هزینه‌های پشتیبانی بالایی به کشاورز تحمیل کند. همین موضوع سبب شده است که کشاورزان پس از چند سال استفاده از سیستم‌های آبیاری قطره‌ای نسبت به جمع‌آوری این سیستم‌ها و بازگشت به شیوه سنتی آبیاری اقدام کنند. همچنین لازم است فناوری با ویژگی‌های اجتماعی و جمعیت‌شناختی روستاها و سطح دانشی و مهارتی روستاییان تناسب داشته باشد. به نظر می‌رسد در صورتی که قبل از ورود هر فناوری به محیط روستا و استفاده در بخش کشاورزی، آن فناوری به لحاظ میزان انطباق و تناسب اجتماعی- فرهنگی، فنی- اقتصادی، کالبدی- زیرساختی و زیست‌محیطی مورد بررسی قرار گیرد، می‌توان امیدوار به کاهش اثرات مخرب فناوری و افزایش کارایی و اثربخشی آن در روستاها بود.

شاخص‌های شناسایی شده در این پژوهش با شاخص‌هایی که در مطالعات پیشین توسط Bowonder (1979)، Chambers (1978)، Schumacher (1973)، Prasetyo (2016) و Patnaik and Tarei (2022) برای سایر فناوری‌ها معرفی شده است، تا حدود زیادی مطابقت دارد. با این وجود به مانند نتایج پژوهش‌های پیشین از قبیل Bjornlund (2010) و Glasscock (2022) توجه به شاخص‌های زیست‌محیطی و پایداری روستا در بررسی مناسب بودن فناوری برای استفاده در سیستم‌های آبیاری اهمیت بیشتری داشته است. همچنین تناسب فناوری با بنیه مالی کشاورزان و زیرساخت‌های روستا از جمله شاخص‌های شناسایی شده بود که در مطالعات پیشین کمتر به آن توجه شده است.

در الگوی پارادایمی ارائه شده در این پژوهش به مواردی از قبیل "عدم توجه به شرایط خاص روستاها"، "عدم توجه به نیازهای واقعی روستاییان" و "ضعف امکانات و زیرساخت‌ها" به عنوان شرایط علی ورود فناوری نامناسب در روستا و بخش کشاورزی اشاره شده است. همچنین مواردی از قبیل "ضعف مدیریت فناوری در روستاها"، "خرده‌مالکی"،

"تمرکزگرایی شدید و توجه کم به روستاها"، "انحصارگرایی و روابط ناسالم"، "عمر کوتاه برنامه‌ریزی‌ها در نظام روستایی"، "وارداتی‌بودن فناوری"، "عدم توجه به دانش بومی" و "ضعف نظام ترویجی در معرفی فناوری مناسب" به‌عنوان عوامل مداخله‌گر در شکل‌گیری این شرایط علی‌معرفی شده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود بخش مهمی از این عوامل مداخله‌گر ناشی از شرایط نهادی روستاهاست که شبیه به نتایج پژوهش Watanabe (1980) است. با در نظر گرفتن شرایط زمینه‌ای و شرایط مداخله‌گر و در صورت اجرایی‌شدن راهبردهایی از قبیل "شکل‌دادن نظام نوآوری فناوری روستایی" می‌توان چرخه تولید، انتشار و استفاده از فناوری مناسب در روستاها را سرعت بخشید. شکل‌گیری این نظام شرایط را برای توسعه زیست‌بوم نوآوری و استفاده از فناوری مناسب در روستاها فراهم کرده و ضمن کاهش اثرات منفی استفاده از فناوری، افزایش کارایی و اثربخشی فناوری و پایداری محیط روستایی را به‌همراه خواهد داشت.

ضرورت محدود کردن موضوع پژوهش باعث شد تا محقق نتواند شاخص‌های شناسایی‌شده را در محیط روستایی مورد بررسی میدانی قرار دهد. بنابراین در پایان و به‌منظور توسعه مرز دانش در زمینه فناوری مناسب در سیستم‌های آبیاری مورد استفاده در روستاها پیشنهاد می‌شود شاخص‌های شناسایی‌شده در این پژوهش در یک منطقه روستایی به آزمون تجربی گذاشته شود. همچنین پیشنهاد می‌شود پژوهش‌گران مطالعاتی در رابطه با این موضوع که فناوری مناسب روستایی در چارچوب چه بستری شکل می‌گیرد؟ انجام دهند. موضوعی که به‌نظر می‌تواند به توسعه چارچوب فکری مطالعات مرتبط با فناوری مناسب کمک کند.

## ۵. پی‌نوشت‌ها

1. Disruptive Technology
2. Appropriate Technologies (AT)
3. Physical-Spatial
4. Schumacher
5. Small Is Beautiful
6. Sustainable Irrigation
7. Grounded Theory
8. <https://www.lens.org>
9. <https://www.sciencedirect.com>

۱۰. در پایگاه اینترنتی لنز قابلیت جستجو در منابع علمی براساس فیلترهای مختلف وجود دارد. از جمله این فیلترها می‌توان به دوره زمانی پژوهش، کلیدواژه‌ها، نام مجله، نوع اثر علمی (مقاله، کتاب، گزارش علمی و مانند آن) و مواردی از این قبیل اشاره نمود که قابلیت امکان جستجوی پژوهش‌های مرتبط را برای محقق فراهم کرد.

## ۶. تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

## ۷. منابع

- Abdoli, GH. (2006). National innovation system, inventions and economic leap, *Iranian Economic Research Quarterly*, 9 (31), 103-126 (in Persian).
- Afrakhte, H. (2016). Transformation of geography as an interdisciplinary science, *Interdisciplinary studies in the humanities*, 8(2), 119-132. (in Persian).
- Ananth, P.N., & Karthikeyan, M (2014). Application of Science and Technology in Rural Areas (ASTRA): An Ethiopian Context, *Journal of Food and Agriculture Science*, 4, 1-12.

- Badakhshan, Z., Mehrabi Boshrahadi, H., & Mirzaei Khaliladadi, H.R. (2019). The study effect of infrastructures development on rural development of Iran, *Agricultural Economics*, 12(4), 1-14. (in Persian).
- Balali, M.R., Keulartz, J., & Korthals, M. (2011). Reflexive land and water management in Iran: linking technology, governance and culture. part 1: land and water management paradigms, *Water research in agriculture (soil and water sciences)*, 24(2), 73-97. (in Persian).
- Barbara, S. (2008). The nature of the science of geography, translated by Khadija Mehmandoost, *the growth of geography education*, 87, 3-12. (in Persian).
- Bauer, A. M., & Brown, A. (2014). Quantitative assessment of appropriate technology. *Procedia Engineering*, 78, 345-358. doi:10.1016/j.proeng.2014.07.076
- Bjornlund, V., & Bjornlund, H. (2010). Sustainable irrigation: A historical perspective in Incentives and Instruments for Sustainable Irrigation, WIT press, Southampton, page 13-24, 978-1-84564-406-2
- Bowonder, B. (1979). Appropriate technology for developing countries: some issues, *Technological Forecasting and Social Change*, 15(1), 55-67.
- Chambers, R. (1978). Towards rural futures: an approach through the planning of technologies, IDS Discussion Paper 134. Brighton: IDS.
- Feldman, M. P., & Kogler, D. F. (2010). Stylized facts in the geography of innovation. handbook of the economics of innovation, 381-410. doi:10.1016/s0169-7218(10)01008-7
- Gatzweiler, F.W., & Braun, J.V. (2016). Technological and institutional innovations for marginalized smallholders in agricultural development, published with open access at SpringerLink.com.
- Glasscock, J. A. (2022). An overview of fifty years of appropriate technology research using bibliometric analysis, *Academic Society for Appropriate Technology*, 8(1), 17-26, doi.org/10.37675/jat.2022.8.1.17
- Golmohammadi, F. (2010). Development of handicraft industries and medium technology with the aim of expanding tourism and sustainable rural employment, *Rural Housing and Environment Quarterly*, 131, 73-94 (in Persian).
- Hossain, M. (2017). Grassroots Innovation: A systematic review of two decades of research, *Journal of Cleaner Production*, September 2016, pp 1-28.
- Khan, S., Tariq, R., Yuanlai, C., & Blackwell, J. (2006). Can irrigation be sustainable? *Agricultural Water Management*, 80(1-3), 87-99. doi:10.1016/j.agwat.2005.07.006
- Lucas, John R. (1970). *The Freedom of the Will*, Oxford, Oxford University Press
- Nasiri, M. (2011). Explanation in natural sciences based on two formalist approaches, *Journal of Theological Philosophical Research*, 13 (3), 5-32. (in Persian).
- Nikolaou, G., Neocleous, D., Christou, A., Kitta, E., & Katsoulas, N. (2020). Implementing sustainable irrigation in water-scarce regions under the impact of climate change. *Agronomy*, 10(8), 1120. doi:10.3390/agronomy10081120
- Niroumand, P., Bamdad Soofy, J., Aerabi, S.M., & Amiri, M. (2012). A conceptual framework for competencies of CEOs engaged in technology- based firms CEOs: dimensions, factors and indices, *Quarterly Journal of Career., & Organizational Counseling*, 4(12), 145-161. (in Persian).
- Patel, N., & Sachan, B. (2023). Low cost drip irrigation system: an Appropriate technology for rural women, *Ecology, Environment and Conservation*, 29, 31-38
- Patnaik, J., & Tarei, P. K. (2022). Analysing appropriateness in appropriate technology for achieving sustainability: A multi-sectorial examination in a developing economy. *Journal of Cleaner Production*, 349, 131204. doi:10.1016/j.jclepro.2022.131204.
- Pattnaik, B. K., & Dhal, D. (2015). Mobilizing from appropriate technologies to sustainable technologies based on grassroots innovations. *Technology in Society*, 40, 93-110. doi:10.1016/j.techsoc.2014.09.002
- Permadi, L., Novita, R. (2023). The role of appropriate technology in enhancing efficiency and production In livestock and agriculture Sectors: A systematic review In Indonesia. *Indonesian Journal of Innovation Studies*, 24, doi:10.21070/ijins.v24i.952
- Pin, L.A., Pennink, B.J.W., Balsters, H., & Sianipar, C.P.M. (2021). Technological appropriateness of biomass production in rural settings: Addressing water hyacinths (*E. crassipes*) problem in Lake Tondano, Indonesia. *Technology in Society*, 66, 101658. doi:10.1016/j.techsoc.2021.101658
- Pishwai, F., & Rezaei, M. (2012). *Technology and challenges of the future*, Radio and Broadcasting Islamic Research Center (Qom Province), Nashr Book Publishing Institute affiliated with Iran-Namaye Cultural, Art and Information Institute, Nationwide Public Libraries Institute, Tehran. (in Persian).

- Prasetyo, Y.E. (2016). Sustainable Development in rural areas: mobilizing appropriate technologies to grassroots innovation ecosystem, 7th rural research and planning group (RRPG) international conference and field study in Malaysia 2016 (RRPG7), published by UTM Razak School Kuala Lumpur. Pp 422-423
- Rahman, T., Yassierli, & Widyanti, A. (2023). Design guidelines for sustainable utilization of agricultural appropriate technology: Enhancing human factors and user experience. *Open Agriculture*, 8(1), 20220232. doi:10.1515/opag-2022-0232
- Saadi, H. (1998). The role of promotion in choosing and transferring appropriate technology to agricultural users, *Jihad Monthly*, 204 and 205, 52-57. (in Persian).
- Seyfang, G., & Smith, A. (2007). Grassroots innovations for sustainable development: Towards a new research and policy agenda, *Environmental Politics*, 16(4), 584-603. August 2007.
- Shah Nawaz, A., & Ajay K, S. (2022). Implications of appropriate technology and farm inputs in the agricultural sector of Gujarat: Empirical analysis based on primary data, *Agricultural Economics Research Review*, 35(2), 59-77. doi:10.5958/0974-0279.2022.00031.3
- Shahvali, M., Ateftdust, A., & Fatemi, M. (2018). Transcendental methodology for new agricultural technology adoption, *Science and Technology Policy Quarterly*, 9(3), 45-58. (in Persian).
- Sianipar, C. P. M., Yudoko, G., Adhiutama, A., & Dowaki, K. (2013). Community empowerment through appropriate technology: sustaining the sustainable development. *Procedia Environmental Science*, 17, 1007-1016. doi.org/10.1016/j.proenv.2013.02.120
- Smith, A., Fressoli, M., Abrol, D., Around, E., & Ely, A. (2017). Grassroots innovation movements, Abingdon, Oxon; New York, NY: Routledge.
- Trak, A., & Mackenzie, M. (1980). Appropriate technology assessment: A note on policy considerations, *Technological Forecasting and Social Change*, 17, 329-338.
- Velasco-Muñoz, J. F., Aznar-Sánchez, J. A., Batlles-delaFuente, A., & Fidelibus, M. D. (2019). Sustainable irrigation in agriculture: an analysis of global research. *Water*, 11(9), 1758. doi:10.3390/w11091758
- Wichelns, D., & Oster, J. D. (2006). Sustainable irrigation is necessary and achievable, but direct costs and environmental impacts can be substantial. *Agricultural Water Management*, 86(1-2), 114-127. doi:10.1016/j.agwat.2006.07.014